



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos
Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil

**ANTEPROYECTO
FIN DE GRADO**

“Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía”

“Vehicle underpass at the intersection between Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña and Manuel Murguía”

SOUTO COUCEIRO, DIEGO

JUNIO 2015

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO Nº1: ANTECEDENTES

ANEJO Nº2: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº3: ESTUDIO GEOLÓGICO

ANEJO Nº4: ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEJO Nº5: ESTUDIO SÍSMICO

ANEJO Nº6: ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEJO Nº7: ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

ANEJO Nº8: ESTUDIO DEL TRAZADO GEOMÉTRICO

ANEJO Nº9: FIRMES Y PAVIMENTOS

ANEJO Nº10: REPORTAJE FOTOGRÁFICO

DOCUMENTO Nº2: PLANOS

1. SITUACIÓN

2. ZONA DE ACTUACIÓN

3. ESTADO ACTUAL

4. ACTUACIONES PREVIAS

5. PLANTA GENERAL

6. TRAZADO GEOMÉTRICO. EJES

7. TRAZADO GEOMÉTRICO. SECCIONES

8. ESTRUCTURAS

9. FIRMES Y PAVIMENTOS

10. DRENAJE

11. ILUMINACIÓN

12. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS

DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

MEDICIONES AUXILIARES

PRESUPUESTO

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº1

MEMORIA

Memoria descriptiva

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES

2. ESTADO ACTUAL Y OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS

3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

4. GEOLOGÍA

5. GEOTECNIA

5.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TRAZADO

5.2. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

5.2.1. RELLENO ANTRÓPICO

5.2.2. ARENA LIMOSA “JABRE”

5.2.3. SUSTRATO ROCOSO DE GRADO IV-III

5.3. NIVEL FREÁTICO

6. EFECTOS SÍSMICOS

7. CLIMATOLOGÍA

8. ALTERNATIVAS

9. TRÁFICO

10. TRAZADO GEOMÉTRICO

11. FIRMES Y PAVIMENTOS

12. ESTRUCTURAS

12.1. MUROS PANTALLA

12.2. MUROS DE PIE

12.3. TABLERO

12.4. LOSA DE CIMENTACIÓN

13. DRENAJE

14. ILUMINACIÓN

15. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA

16. ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA

17. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS

18. PRESUPUESTO

Memoria descriptiva

1. ANTECEDENTES

El objeto de este anteproyecto es cumplir con los requisitos académicos necesarios para la obtención de la titulación de Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil por la Universidade da Coruña.

El título del anteproyecto es:

“PASO INFERIOR PARA VEHÍCULOS EN LA INTERSECCIÓN ENTRE RONDA DE OUTEIRO, RONDA DEL REAL CLUB DEPORTIVO DE LA CORUÑA Y MANUEL MURGUÍA”

Ha sido el autor, a la vista de las carencias y necesidades explicadas a continuación, quien ha propuesto el Anteproyecto de Fin de Grado con la aceptación del profesor responsable de dicha materia. Si bien es cierto que, durante la redacción del mismo, se han producido acontecimientos que demuestran un cierto interés en la realización de una actuación similar en la zona.

En primer lugar se ha descubierto la realización de un estudio de la intersección por parte de la empresa de ingeniería Eptisa que, sin embargo, no se ha llegado a concretar. En segundo lugar, un anteproyecto de las mismas características ha surgido como propuesta electoral durante las Elecciones Municipales de 2015, aunque es posible que no se llegue a ejecutar en un futuro próximo.

El objetivo del presente anteproyecto es la justificación, predimensionamiento, diseño geométrico y estimación económica de todos los elementos necesarios para una solución al tráfico en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía.

2. ESTADO ACTUAL Y OBJETIVOS

La Ronda de Outeiro y la calle Manuel Murguía están consideradas como unas de las principales vías distribuidoras de tráfico en A Coruña. Asimismo, la Tercera Ronda se convertirá en una de las entradas básicas de la ciudad.

Estas vías confluyen en una intersección regulada mediante una glorieta y semáforos en todas las entradas y salidas. Es una glorieta reconocible por gran parte de la población coruñesa por su figura vegetal, por lo que se la conoce como la “Rotonda del Pavo Real”.

Al norte de la confluencia se encuentra el barrio residencial de Los Rosales, mientras que al sureste se extiende el barrio de Agra del Orzán, el más densamente poblado del municipio. En las inmediaciones cabe destacar la presencia del Estadio de Fútbol de Riazor, el IES Rafael Dieste y el Centro Comercial Los Rosales, y en un futuro próximo los campos de fútbol del Parque de San Pedro de Visma.

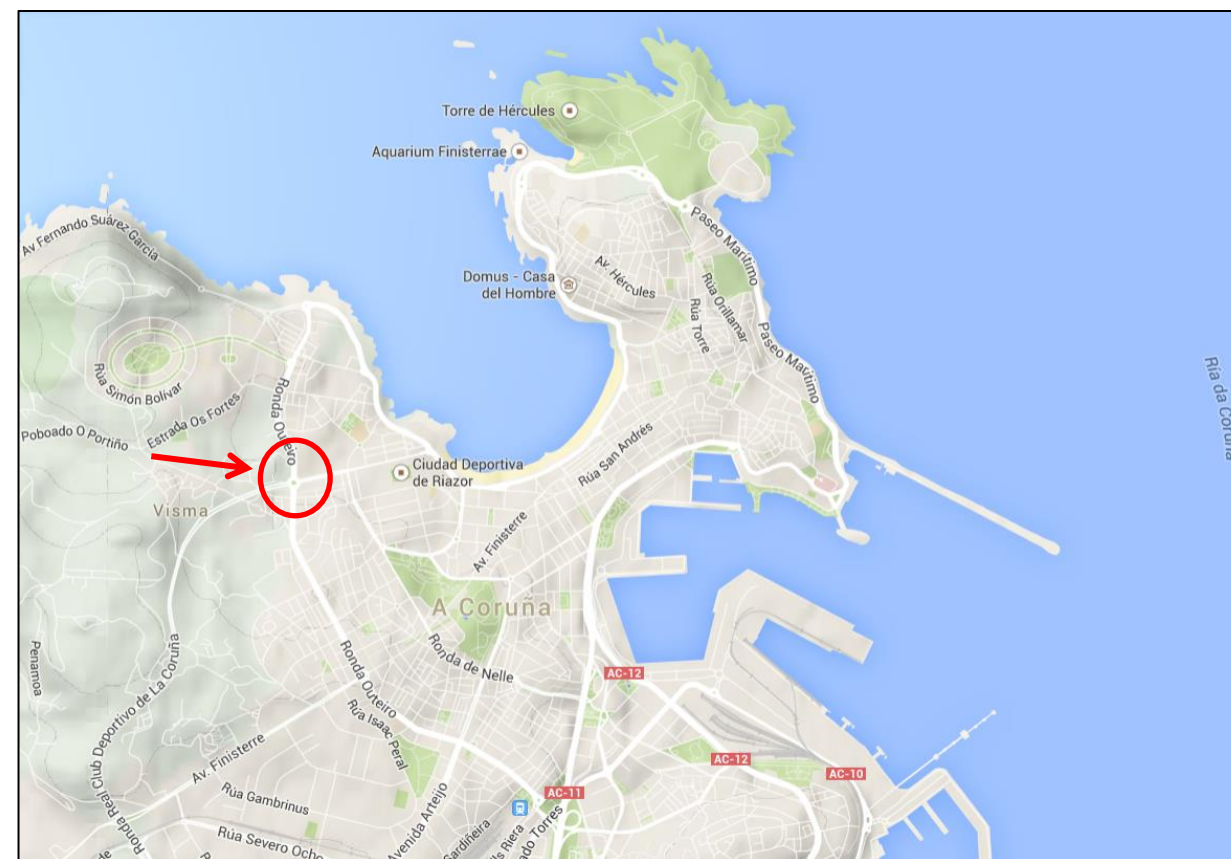
Hay que tener en cuenta que en la actual glorieta desemboca la Tercera Ronda, que concentra el tráfico proveniente o saliente hacia los polígonos industriales de A Grela y Pocomaco, así como el del Centro Comercial Marineda City.

Este vial está operativo desde mediados del año 2015. Permite comunicar la zona centro de la ciudad y ciertos barrios de la periferia con el Aeropuerto de A Coruña y las autovías A-6 y AG-55.

La Ronda de Outeiro atraviesa 4 de los distritos más poblados (desde la Avenida de San Roque de afuera, a la altura del obelisco Millenium, hasta la Avenida del Ejército), dando servicio a numerosos barrios.

La calle Manuel Murguía permite conectar la intersección con los barrios del centro de A Coruña y las playas de Riazor y Orzán.

Situación en el entorno de la ciudad



Fuente: Google Maps

Por los motivos expuestos, la intensidad de vehículos a lo largo de estas vías es una de las más elevadas de la ciudad, lo que se agudiza en las horas punta del día.

Por su caracterización urbana, esto supone un factor condicionante para la calidad del flujo de circulación en la zona, viéndose el tránsito de los vehículos influenciado también por el de los peatones, especialmente a las horas de entrada y salida del Instituto Rafael Dieste.

2.1. OBJETIVOS

Los principales objetivos a cumplir por este proyecto son los relacionados con la mejora de las condiciones de circulación de los vehículos automóviles, respetando en todo momento las necesidades de los peatones.

No se deben olvidar los objetivos relacionados con el medio ambiente y la sociedad. Actualmente existe en el islote de la glorieta la comentada escultura vegetal que representa un pavo real. Dicha escultura se ha convertido en un icono de A Coruña. Hay que valorar también la presencia del IES Rafael Dieste en una de las esquinas de la intersección.

Memoria descriptiva

Los objetivos a cumplir en cuanto a la organización de la confluencia:

- Eliminar las congestiones que se producen en la intersección.
- Agilizar los movimientos de los vehículos, reduciendo tiempos de espera en el cruce.
- Respetar la movilidad de los peatones.

Los objetivos a cumplir en materia ambiental y social serían:

- Maximizar la integración de la obra en el entorno.
- Respetar la calidad del espacio urbano.
- Respetar los símbolos de la ciudad.
- Mantener unos bajos los niveles de contaminación acústica.

Detalle de la intersección



Fuente: Google Earth

3. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Para la redacción del anteproyecto se ha utilizado como base la cartografía digital facilitada por la empresa Eptisa, a escala 1:1.000.

La zona en la que se desenvolverá el proyecto es de carácter plenamente urbano, lo que hace que la topografía original haya sufrido numerosas modificaciones.

La topografía de la zona presenta un desnivel más o menos homogéneo a lo largo de Ronda de Outeiro. La inclinación al sur de la intersección es del 2%, descendente hacia la glorieta. La inclinación al norte es aproximadamente del 0,5%, también descendente hacia la glorieta.

En la dirección transversal, las inclinaciones no son tan homogéneas. La inclinación de la Tercera Ronda es del orden del 8,5%, descendente hacia la intersección. La inclinación de Manuel Murguía es del orden de 5,5%, ascendente hacia la intersección.

Obviamente, la mencionada topografía condicionará algunos de los aspectos de diseño del proyecto, pero sin que estos condicionantes exijan el desarrollo de medidas importantes durante el diseño o la ejecución del mismo.

4. GEOLOGÍA

La zona estudiada, así como la ciudad en general, se enclavan dentro del dominio de las rocas graníticas, entre las cuales a su vez pueden diferenciarse cuatro tipos en función de su edad de emplazamiento y deformación:

- Granitos pre a sinfase 1: ortogneis.
- Granitos Interfase 1-2 a tardifase 2: granodiorita precoz y leucogranito.
- Granitos postectónicos: granodiorita tardía.

En este lugar el sustrato rocoso lo conforma la denominada granodiorita precoz, caracterizada por un tamaño de grano de medio a grueso y tonalidades grisáceas cuando está fresca o rosada cuando está alterada. Según la cartografía de la zona los leucogranitos se disponen horizontalmente sobre la granodiorita precoz y en ocasiones se presentan como filones que intruyen la granodiorita.

Este sustrato tiende a desarrollar mantos de meteorización, que dan lugar a suelos residuales constituidos por arenas limo-arcillosas de compacidad variable. Estos perfiles de alteración presentan potencias muy variables y representan un tránsito gradual al sustrato rocoso del que proceden, pasando por los diferentes estadios de meteorización de la roca.

Se detalla a continuación la presencia de lugares de extracción de áridos, y sus correspondientes materiales, para su empleo cuando sea necesario recurrir a aportes externos de material para la ejecución de las respectivas obras.

Memoria descriptiva

Situación de las canteras próximas a la zona de actuación

Nº Yacimiento	Roca	Utilización	Paraje	Municipio
81	Granito	Áridos	A Grela	Arteixo
83	Granito	Áridos	A Grela	A Coruña
95	Anfibolitas	Áridos	Bugariña	Cabanas
99	Pizarras	Áridos	Reboredo	Fene
138	Granito	Áridos	Eume	Pontedeume
102	Serpentinas	Áridos	Mourela	Neda
97	Cuarzo	Áridos	Fraga dos Credos	Capela
42	Gabro-diorita	Áridos	Barrañán	Arteixo
81	Pizarras y gneis	Áridos	Rabadeira	Coristanco
56	Zahorra	Relleno-subbase	Cuiñas	Oza dos Ríos
77	Zahorra	Relleno-subbase	Tablas	Carral
82	Gravas y arenas	Áridos	Abegondo	Abegondo
201	Pizarras anfibolíticas	Áridos	Obre	Betanzos

Fuente: Mapa de Rocas Industriales (IGME)

Así mismo, será necesario localizar los puntos de vertido que generalmente consistirán en áreas situadas en el exterior de la zona de obras, ubicadas y gestionadas por el Contratista, en las que éste verterá los productos procedentes de demoliciones, excavaciones o deshechos de la obra en general. Estos materiales destinados a vertedero tienen el carácter de no reutilizables.

Situación de los vertederos próximos a la zona de actuación

Nº Yacimiento	Paraje	Municipio
85	A Grela	A Coruña
86	A Grela	A Coruña
87	A Grela	A Coruña
95	Meicende	A Coruña

Fuente: Mapa de Rocas Industriales (IGME)

5. GEOTECNIA

Debido a las características de este tipo de actuación, con un importante volumen de movimiento de tierras y la ejecución de un paso inferior, esta cuestión adquiere especial relevancia dentro del conjunto del anteproyecto.

Por tratarse de un anteproyecto académico, y de acuerdo a las bases para su realización, los resultados de los ensayos y demás datos de la campaña geotécnica serán ficticios, pero verosímiles y concordantes con la geotecnia general de la zona.

Para conseguir unos datos fidedignos y por cortesía de la empresa Eptisa, se ha podido consultar el “E. G. para la construcción de un aparcamiento disuasorio en San Pedro de Visma, A Coruña”. Su emplazamiento se encuentra a menos de 100 metros de distancia de la zona donde se realizarían las actuaciones recogidas en el presente anteproyecto por lo que los datos obtenidos se considerarán lo suficientemente representativos de la misma.

A partir de dicho estudio se ha supuesto la realización en la zona de proyecto de los siguientes trabajos de campo y sus procedentes ensayos de laboratorio:

- Un sondeo mecánico a rotación
- Dos calicatas mecánicas
- Dos penetraciones dinámicas

5.1. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL TRAZADO

Esta zona se caracteriza litológicamente por rocas granudas de la familia de los granitos y granodioritas, por lo general compactas y resistentes a la erosión.

Su morfología varía desde acusada hasta muy acusada, dando sobre el terreno formas vigorosas, si bien bastante redondeadas, y en las cuales se mezclan zonas de rocas alteradas, coherentes y con escasa consistencia, con otras de rocas sanas y competentes.

La posibilidad de aparición en ellas de niveles acuíferos es muy escasa, obteniéndose agua únicamente en las zonas de fractura o de relleno; su permeabilidad en pequeño es nula, y en grande está condicionada por su grado de tectonización; ahora bien, su drenaje por escorrentía superficial es muy favorable, descartándose la posibilidad de aparición de zonas de encharcamiento.

Las características mecánicas son óptimas, pues admiten cualquier tipo de carga, sin que aparezcan fenómenos de asentamiento o reduciéndolos al mínimo. Los problemas que ocasionalmente puedan surgir, y que puntualmente harán descender la capacidad de carga y aumentar la magnitud de los asientos, estarán relacionados bien con la aparición de zonas de alteración (arcillosas y saturadas), bien con posibles deslizamientos de lajas al eliminar su base o cargarlas en la misma dirección que los planos de esquistosidad y a favor de las pendientes naturales, o bien con desmoronamientos y caída de terrenos sueltos y bloques.

Memoria descriptiva

5.2. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Se realiza la descripción de los materiales detectados a partir de las observaciones de campo y de las diferentes prospecciones realizadas.

5.2.1. RELLENO ANTRÓPICO

Este tipo de rellenos conforma la capa más superficial del firme, y es algo común a todos los terrenos urbanos que se analicen.

En su capa más superficial, consta normalmente de un tramo de hormigón u otro tipo de conglomerantes con presencia de áridos gruesos. También puede estar constituido por adoquines, materiales que formaron algún tipo de pavimento o restos de escombros y materiales de construcción. Es constante en este tipo de rellenos la presencia de material orgánico o vegetal.

Su compactación suele ser bastante pobre, incrementándose su mal estado con la edad de estos rellenos.

Como norma general estos suelos se disponen con espesores de 1 a 2 metros. Este tipo de suelos carece de utilidad, debido fundamentalmente a su alto contenido en materia orgánica y su elevada cantidad de escombros restos y mezclas de otros materiales.

5.2.2. ARENA LIMOSA “JABRE”

Se trata de suelos granulares resultado de los procesos de alteración “in situ” que afectaron al sustrato rocoso del que proceden. Según la escala de meteorización de las rocas se clasificaría como una granodiorita completamente meteorizada, de grado V.

5.2.3. SUSTRATO ROCOSO DE GRADO IV-III

Se trata del sustrato rocoso propiamente dicho. Aparece generalmente por debajo del jabre. Consiste en una granodiorita de dos micas, de tamaño de grano grueso. Las características más destacables son, por un lado la presencia de feldespatos de hasta 5 centímetros de longitud y por otro el predominio de la biotita sobre la moscovita.

5.3. NIVEL FREÁTICO

En los trabajos de campo no se observa una presencia significativa de agua, por lo que no se espera su aparición hasta profundidades de aproximadamente 9 metros. Como se ha comentado con anterioridad la aparición de agua en capas de roca puede ser debido a algún tipo de fracturación leve en las capas a esa profundidad o al contacto entre capas.

En principio, la cota del agua no debería afectar en absoluto a los trabajos de cimentación. De todas formas, para minimizar los posibles efectos del agua en la obra y como mecanismo de contención principal, se hará uso de pantallas como elemento de contención en esta obra.

En caso poco probable de que el nivel freático durante la construcción se situara a una cota mayor a la de la losa de cimentación habrá de tenerse en cuenta una fase constructiva previa a la excavación, que sería la de bombeo.

6. EFECTOS SÍSMICOS

A efectos de la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate, las construcciones del presente proyecto se clasifican como de importancia normal.

Puesto que la aceleración sísmica básica no excede el valor de 0,04g y la construcción es de importancia normal, la NCSE-02 indica que no es necesario la consideración de medidas excepcionales debido a riesgo de sismo a la hora de calcular cimentaciones y estructura.

7. CLIMATOLOGÍA

Se han valorado los datos de la estación meteorológica de la Agencia Estatal de Meteorología en la ciudad de A Coruña, cuya ubicación es la siguiente:

Ubicación de estación meteorológica AEMET

Estación	Referencia	Altitud	Latitud	Longitud
A Coruña	1387	58 m	43° 21' 57" N	8° 25' 17" O

La precipitación media anual de la zona de proyecto es de 1014 mm/año.

Las temperaturas suaves y la situación costera de la zona afectada hacen que no exista un número de días significativos en los que se produzcan precipitaciones en forma de nieve ni heladas. Los aguaceros de tipo tormentoso se distribuyen de una manera uniforme a lo largo de todos los meses del año, estando su media entre 1 o 2 días al mes.

El régimen térmico de la zona está caracterizado fundamentalmente por corresponderse con temperaturas suaves. Las temperaturas mínimas de los meses de invierno rara vez descienden por debajo de los 0 °C, mientras que las temperaturas máximas de verano llegan a alcanzar excepcionalmente valores próximos a los 35 °C. En las estaciones de otoño y primavera las temperaturas se mueven en rangos intermedios de los antes descritos.

Memoria descriptiva

La temperatura media anual se sitúa en 14,8 °C, variando aproximadamente desde un valor medio de las mínimas mensuales de 8,6 °C en enero hasta un valor medio de las máximas mensuales de 21,5 °C en agosto.

Por tanto, la oscilación térmica anual, entendida ésta como la diferencia entre la media de las máximas del mes más cálido y la media de las máximas del mes más frío está alrededor de los 12,9 °C.

8. ALTERNATIVAS

Se pretende reorganizar la confluencia mediante pasos a distinto nivel para vehículos, manteniendo siempre la glorieta en superficie permitiendo la distribución del tráfico en las otras direcciones. De este modo se segrega el tráfico circulante en varios ejes, mejorando cualitativamente la fluidez de todos los movimientos.

La primera alternativa propone desviar el tráfico circulante a lo largo de la Ronda de Outeiro, mediante la creación de un paso inferior de 4 carriles (dos por sentido de circulación). En superficie se dispondría un único carril por sentido. Se propone una glorieta de 2 carriles que contaría con un tercero para posibilitar giros directos a la derecha en los movimientos sur-este (de Ronda de Outeiro a Manuel Murguía) y norte-oeste (de Ronda de Outeiro a Tercera Ronda).

La segunda alternativa recoge el desvío del tráfico circulante a lo largo de la Ronda de Outeiro, mediante la creación de un paso inferior de 2 carriles (uno por sentido de circulación). En superficie se dispondría de 2 carriles por sentido. Se ejecutaría una glorieta de 2 carriles, que contaría con un carril de giro directo a la derecha en todas las entradas.

La última opción propone desviar el tráfico circulante a lo largo de la Ronda de Outeiro mediante la creación de un paso inferior y el tráfico circulante entre la Tercera Ronda y Manuel Murguía mediante un paso superior, ambos de 2 carriles (uno por sentido de circulación). Se propone una glorieta con calzada anular de 2 carriles, que, en este caso, contaría con un tercero para posibilitar giros directos a la derecha en todas las entradas salvo en la sur.

9. TRÁFICO

Como ya se ha comentado, la Ronda de Outeiro y la calle Manuel Murguía están consideradas como unas de las principales vías distribuidoras de tráfico en A Coruña y la Tercera Ronda se convertirá en una de las entradas básicas de la ciudad, concentrando el tráfico proveniente o saliente hacia los polígonos industriales de A Grela y Pocomaco, así como el del Centro Comercial Marineda City.

Este último vial está operativo desde mediados del año 2015. Permite comunicar la zona centro de la ciudad y ciertos barrios de la periferia con el Aeropuerto de A Coruña y las autovías A-6 y AG-55.

La Ronda de Outeiro atraviesa 4 de los distritos más poblados (desde la Avenida de San Roque de afuera, a la altura del obelisco Millenium, hasta la Avenida del Ejército), dando servicio a numerosos barrios.

La calle Manuel Murguía permite conectar la intersección con los barrios del centro de A Coruña y las playas de Riazor y Orzán.

Por los motivos expuestos, la intensidad de vehículos a lo largo de estas vías es una de las más elevadas de la ciudad.

Jerarquización del viario de la ciudad



Fuente: PMUS, Ayuntamiento de A Coruña

El estudio de tráfico se ha apoyado en una serie de datos proporcionados por organismos oficiales, así como en un análisis de campo simple. El objetivo es disponer de información real y lo más actualizada posible para comprender el funcionamiento de la zona de estudio. Además hay que tener en cuenta la inauguración de la Tercera Ronda, operativa desde mediados del año 2015, y de los nuevos campos de fútbol ubicados en el nuevo Parque de San Pedro de Visma. Dado el carácter académico del anteproyecto y puesto que no se dispone todavía de datos reales de los vehículos que utilizarán estos nuevos servicios, se opta por introducir, de forma razonable, un incremento del tránsito.

Memoria descriptiva

Se han empleado métodos de eficacia reconocida y desarrollados internacionalmente, como son los del Highway Capacity Manual y el método Inglés para el cálculo de capacidad en glorietas. Así, se han podido estimar los niveles de servicio sin intervención y con las actuaciones propuestas, tanto en la actualidad como en el año horizonte de proyecto.

Efecto sobre el tráfico del anteproyecto				
	NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA		NIVEL DE SERVICIO DEL PASO INFERIOR	
	ACTUAL	AÑO 2035	ACTUAL	AÑO 2035
Estado actual	E	F	-	-
Anteproyecto	B	B	D	D

Fuente: Elaboración propia

10. TRAZADO GEOMÉTRICO

Dado el carácter de anteproyecto, se ha analizado fundamentalmente el trazado geométrico del eje principal, que incluye el paso inferior proyectado.

Este eje se diseña para una velocidad de proyecto de 40 km/h por lo que se engloba dentro de las carreteras C-40, del grupo 2. Será una carretera de calzadas separadas que transcurre dentro del ámbito urbano.

En cuanto al trazado en alzado, los accesos al paso inferior se diseñan con una pendiente máxima del 12%, superando así levemente los valores excepcionales indicados en la norma. Teniendo siempre en cuenta que la actuación se realizaría sobre viario urbano, se ha optado por esta configuración para cumplir con los requisitos de coordinación entre planta y alzado. Asimismo, en este entorno, habrá que procurar que las incomodidades que puedan afectar a los edificios colindantes sean las menores posibles, disminuyendo a tales efectos la longitud del paso inferior. Si se considera además que la excavación se realizará en un terreno rocoso, esta reducción de longitud resulta conveniente desde el punto de vista económico. Esta decisión se ha apoyado en la existencia, en otras zonas de la ciudad, de situaciones similares donde las pendientes son incluso mayores.

Se garantiza, en todo momento, un gálibo mínimo de 5 metros como indica la normativa.

En lo que se refiere a la sección transversal y para adaptarla a las exigencias del entorno y anchuras existentes, se han disminuido algunos valores de los indicados en la normativa para carreteras C-40. La sección tipo adoptada será la siguiente:

Bordillo de 0,30 metros + Arcén exterior de 0,20 metros + Carril de 3,5 metros + Arcén interior de 0,22 metros + Barrera rígida de 0,56 metros + Arcén interior de 0,22 metros + Carril de 3,5 metros + Arcén exterior de 0,2 metros + Bordillo de 0,30 metros = 9 metros

El peralte se diseña de forma que el bombeo se realice hacia el exterior de los carriles, en ambas calzadas, con una pendiente transversal del 2%.

11. FIRMES Y PAVIMENTOS

Los firmes adoptados se han seleccionado siguiendo básicamente la Norma 6.1-IC.

Tal y como establece la norma, el tráfico condicionante es el de vehículos pesados. Es por ello que se han estimado los volúmenes de tráfico de vehículos pesados para el año horizonte y se ha obtenido que la categoría de tráfico se corresponde con la categoría T2.

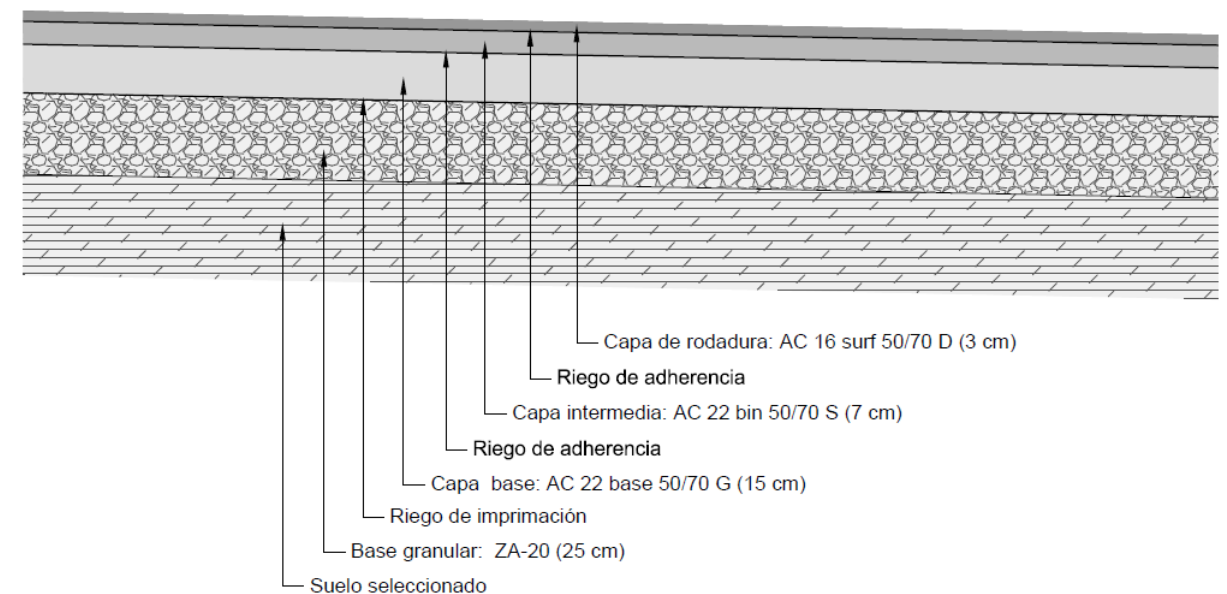
En lo referido a la selección de explanadas, se escoge una E2 ya que es la que permite unas configuraciones más flexibles y los suelos existentes permiten su establecimiento sin requerimiento de otras capas.

Debido al menor coste y facilidad de colocación que presentan las zahorras artificiales se elige la opción de firme 221, constituida por una capa de 25 centímetros de espesor de zahorras artificiales, sobre la que se dispone una capa de 25 centímetros de espesor de mezclas bituminosas.

Para las secciones situadas sobre la losa de cimentación y sobre el tablero, hay que tener en cuenta el artículo 3.1.2 de la IAP-11, que indica que el espesor máximo del pavimento bituminoso sobre losas de hormigón no será en ningún caso superior a 10 centímetros.

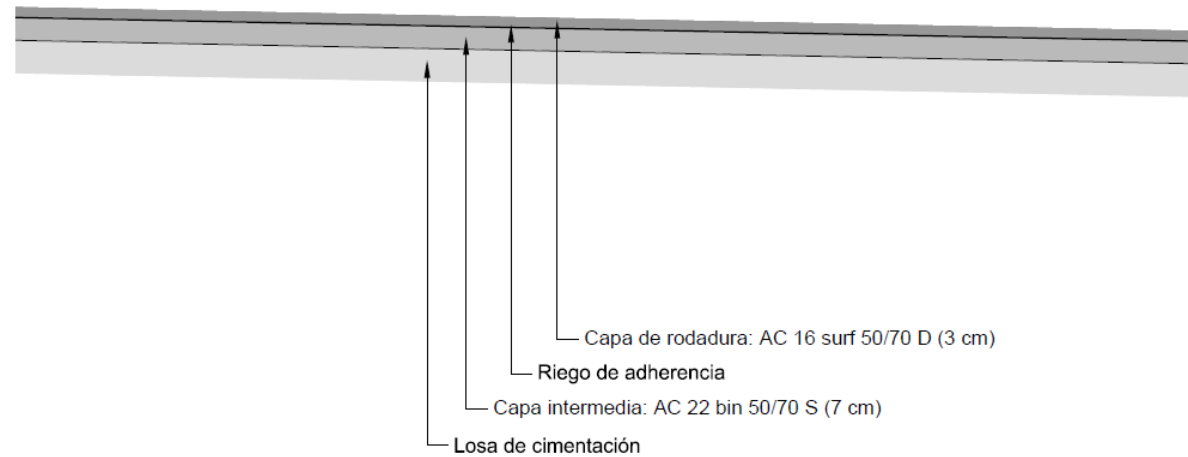
A continuación pueden observarse las secciones de firmes escogidas, dependiendo de si se encuentra sobre una explanada E2 o losa de hormigón:

Sección 221 sobre explanada E2

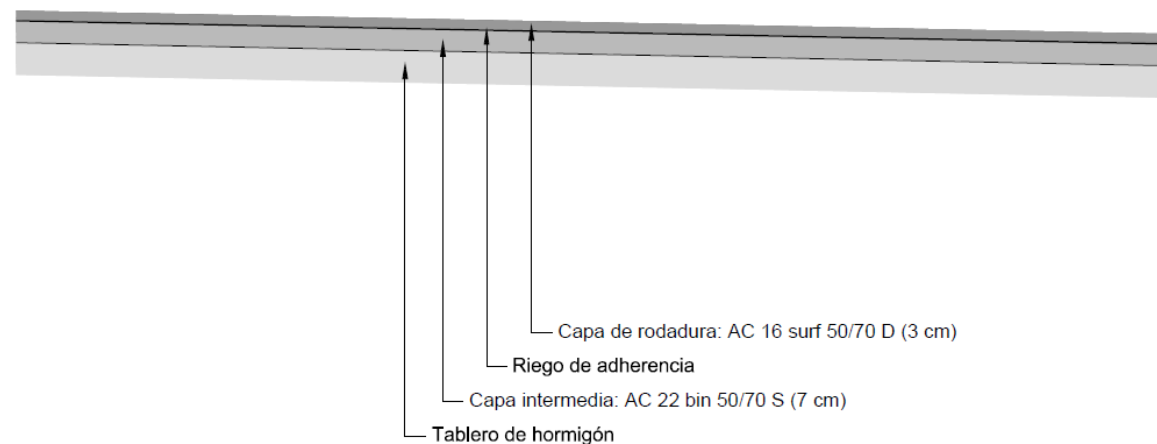


Memoria descriptiva

Sección sobre losa de cimentación



Sección sobre tablero de hormigón



12. ESTRUCTURAS

La solución adoptada consiste en una serie de muros pantalla cuya misión será contener las tierras y permitir el vaciado necesario para el trazado del eje principal. Al mismo tiempo sirven de apoyo para las vigas prefabricadas del tablero de hormigón armado que se situará sobre ellos y que permite la circulación en superficie.

Hacia el principio y final de la estructura, donde la rasante se encuentra a menos de 2 metros de profundidad, se sustituyen los muros pantalla por muros de pie, los cuales son más adecuados para pequeñas profundidades.

La losa de cimentación dispuesta entre las pantallas dará más rigidez al conjunto, a la vez que impermeabiliza el conjunto ante eventuales subidas del nivel freático.

Gracias a la losa de cimentación y a una serie de anclajes se puede reducir la altura de las pantallas. Esto es recomendable debido al sustrato rocoso de la zona que complicará los trabajos de excavación de los paneles.

12.1. MUROS PANTALLA

Los muros pantalla serán de hormigón armado. Bajo el tablero, a excepción de los primeros, tendrán una longitud 2,75 metros. El resto de pantallas serán de 3 metros de longitud. Todas ellas tendrán 60 centímetros de anchura.

Se ha realizado una discretización de las pantallas para tener en cuenta la diferente profundidad de excavación que se produce a lo largo del trazado. Como consecuencia, se han dimensionado siete tipos diferentes de muros pantalla, que se diferencian entre sí por su altura, que va desde 4,80 a 8,5 metros. Se extenderán en profundidad entre 1 o 2 metros bajo el plano de la losa.

Se utilizarán anclajes de 12 metros de longitud cada 3 metros para arriostrar los muros que no se encuentren bajo tablero.

12.2. MUROS DE PIE

Los muros de pie se emplean en los extremos de la estructura, dado que son más adecuados para pequeñas profundidades de la rasante. Estos tienen una sección en L con una anchura constante de 60 cm.

12.3. TABLERO

Se adopta una tipología de tablero de vigas prefabricadas de hormigón armado. Se utilizarían vigas tablero TL de 60 centímetros de canto. Dispuestas cada 67 centímetros, se conectan entre sí mediante unas armaduras colocadas en obra, con el fin de colaborar con el hormigón vertido 'in situ', para así formar un elemento uniforme y monolítico. Se conseguirá un canto total de tablero de 70 centímetros.

La luz de cálculo es de 10 metros, y en dirección transversal a las vigas, para poder acoger la glorieta, resguardos y pasos peatonales, el tablero presenta unas dimensiones de 66,5 metros.

Memoria descriptiva

12.4. LOSA DE CIMENTACIÓN

Se propone una losa de cimentación empotrada a los muros pantalla a lo largo de la traza. Tiene un espesor de 60 centímetros. El empotramiento permite una mayor impermeabilidad del paso inferior y una ayuda frente a los giros inducidos por las cargas del terreno en las pantallas.

13. DRENAJE

El drenaje debe estar constituido por un conjunto de redes que recogen la escorrentía superficial procedente de la plataforma del vial y de las márgenes que vierten a ésta. El drenaje de la plataforma estará constituido por sumideros y por los sistemas de arquetas y colectores.

En el Plano 10 se indica, a modo de aproximación, la red de drenaje para el paso inferior. Esta contará con sumideros y pozos de registro separados una distancia que ha de ser inferior a los 50 metros. Para evacuar el agua habrá que disponer un grupo de bombeo en el punto de cota mínima.

Los nuevos colectores del paso inferior y la glorieta se conectarán a la red de saneamiento actual.

14. ILUMINACIÓN

Todos los ejes han de estar alumbrados. Simplemente habrá que modificar la iluminación de la glorieta y disponer nuevas luminarias en el paso inferior. La iluminación del resto de ejes en superficie correrá a cargo del sistema de iluminación ya existente.

La red de iluminación bajo el tablero se indica en los planos correspondientes, manteniendo una separación de 6,5 metros entre puntos de luz.

Para la nueva iluminación sería conveniente la utilización de luminarias Led, que presentan suficientes ventajas respecto a las luminarias tradicionales.

Según el Real Decreto 635/2006, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado, ha de disponerse, además de la iluminación normal, iluminación de seguridad e iluminación de emergencia.

15. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA

La señalización ha de estar compuesta por señalización horizontal, marcas viales, y la señalización vertical. Estas han de ser proyectadas de acuerdo con las normas 8.1-IC y 8.2-IC.

Como elementos de defensa, se dispondrán pretiles de hormigón prefabricados con baranda en todo el tramo de excavación del paso inferior, sobre las pantallas, para evitar la caída de vehículos. También sobre el tablero en la zona destinada a los peatones para evitar su caída y la de un posible vehículo que rebase esta zona en un accidente.

Por otra parte, se dispone de una barrera rígida de hormigón a lo largo del tronco principal para separar ambos sentidos de circulación.

16. ORDENACIÓN ECOLÓGICA, ESTÉTICA Y PAISAJÍSTICA

Las actuaciones propuestas afectarán inevitablemente a un icono de A Coruña como es la escultura vegetal del pavo real ubicada en la glorieta.

Uno de los objetivos del presente anteproyecto es la conservación de la simbología de la ciudad, por lo que la escultura deberá ser conservada y, una vez finalizadas las obras, habrá de reponerse en la nueva isleta central.

A mayores, en todas las isletas y en el borde de las medianas refugio de peatones, se procederá a la extensión de tierra vegetal y a la siembra de césped.

17. SOLUCIONES AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS

Las afecciones al tráfico durante la construcción de las obras son importantes, por desarrollarse la totalidad de las actividades sobre la carretera existente.

Es por ello que, durante las obras, habrá de procurarse en todo momento el mantenimiento de dos carriles para cada sentido de circulación, aunque esto implique una reducción del nivel de servicio con respecto a la situación actual.

En una primera fase se realizará el corte de la parte central de la intersección, para ejecutar de forma segura las pantallas y la excavación, así como la parte de la estructura correspondiente al tablero del paso inferior. Para esto se dispondrá de una glorieta provisional de dos carriles, separada una distancia mínima de un metro de la zona de obras. Una vez terminada esta fase, se habilitará una rotonda provisional en la zona central cortada para que sea posible la circulación de vehículos sobre el paso inferior, si bien posteriormente habrán de hacerse mejoras en esa zona.

En la segunda fase se realizarán el resto de pantallas, de ambos márgenes, y la excavación entre ellas. Se finalizará por completo el paso inferior de modo que puedan circular vehículos.

La última fase implica la finalización de la glorieta. Durante el tiempo que se prolongue esta actividad, los vehículos podrán circular libremente por todos los ejes de la intersección, manteniendo un margen de un metro entre la zona de tráfico y la de obras.

Memoria descriptiva

18. PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
N01	ACTUACIONES PREVIAS.....	97.497,75	5,79
N02	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	103.420,80	6,15
N03	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	162.594,00	9,66
N04	ESTRUCTURAS.....	953.923,95	56,69
N05	DRENAJE.....	58.028,22	3,45
N06	SEÑALIZACIÓN.....	99.865,39	5,93
N07	ILUMINACIÓN.....	24.702,36	1,47
N08	JARDINERÍA.....	10.469,55	0,62
N09	SEGURIDAD Y SALUD.....	50.000,00	2,97
N10	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	40.000,00	2,38
N11	VARIOS.....	82.150,00	4,88
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1.682.652,02	
	13% Gastos generales.....	218.744,76	
	6% Beneficio industrial.....	100.959,12	
	SUMA DE G.G. Y B.I.	319.703,88	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	2.002.355,90	
	21% I.V.A.	420.494,74	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON I.V.A.	2.422.850,64	

Asciende el Presupuesto Base de Licitación con I.V.A. a la expresada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS VEINTIDÓS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Memoria justificativa

MEMORIA JUSTIFICATIVA

ANEJO Nº1

ANTECEDENTES

Anejo Nº1: Antecedentes

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. SITUACIÓN ACTUAL Y NECESIDADES

Anejo Nº1: Antecedentes

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anteproyecto de “Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía” es cumplir con los requisitos académicos necesarios para la obtención de la titulación de Grado en Tecnología de la Ingeniería Civil por la Universidade da Coruña.

Debido a la finalidad académica de este anteproyecto, algunos de los datos, especialmente los referidos a geología, geotecnia y topografía, han sido simulados o aproximados, pretendiendo siempre ser coherentes con la información existente de proyectos reales en la zona y con lo observado en campo.

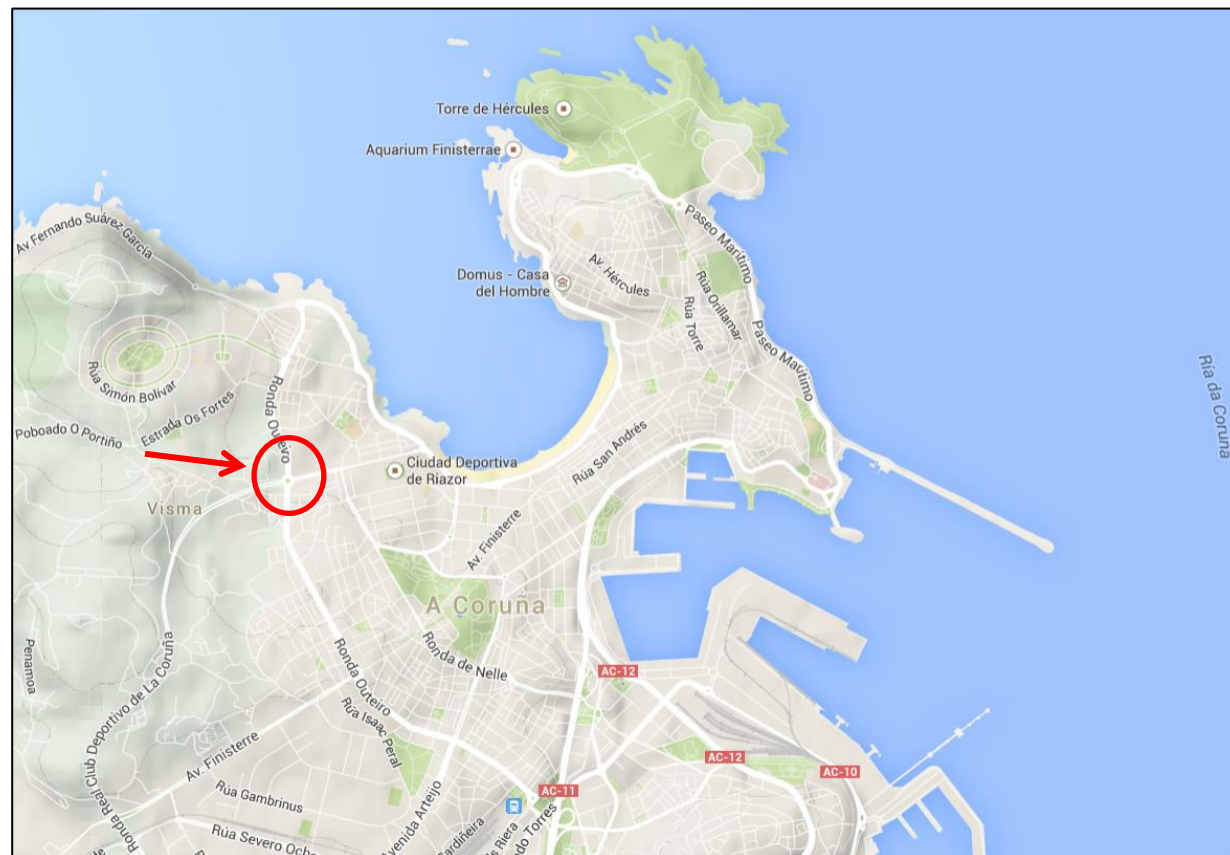
Por el carácter de anteproyecto se incluyen únicamente los anejos de mayor relevancia, obviando aquellos que serían más detallados.

2. SITUACIÓN ACTUAL Y NECESIDADES

El anteproyecto propuesto consiste en un paso inferior en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y la calle Manuel Murguía, complementado con una glorieta que permita la distribución del tráfico en superficie.

Puede verse la ubicación de la zona de estudio en el conjunto de la ciudad y, con más detalle, dentro del área de la misma en las imágenes que se muestran a continuación:

Situación en el entorno de la ciudad



Fuente: Google Maps

Detalle de la intersección



Fuente: Google Earth

La glorieta existente se encuentra en la confluencia de tres vías que soportan un importante nivel de tráfico y que verán aumentar la afluencia de vehículos por la apertura total de la autovía AC-14, más conocida como Tercera Ronda y denominada en su tramo final urbano como Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña. Además, se ha comenzado en las inmediaciones la construcción del Parque de San Pedro de Visma, que contará con dos campos de fútbol de carácter público.

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible publicado por el Ayuntamiento de A Coruña en diciembre de 2013 ya reconoce la existencia de un problema en la desembocadura de la calle Manuel Murguía en la glorieta. Según comenta, “se producen grandes retenciones en hora punta debido a la imposibilidad de giro a la derecha en la intersección, ya que los vehículos que siguen recto obstaculizan a los que han de girar a la derecha”.

Aunque ha sido el autor, a la vista de las carencias y necesidades de la intersección, quien ha propuesto el presente anteproyecto, es cierto que, durante la redacción del mismo, se han producido acontecimientos que demuestran un cierto interés en la realización de una actuación similar en la zona.

En primer lugar se ha descubierto la realización de un estudio de la intersección por parte de la empresa de ingeniería Eptisa que, sin embargo, no se ha llegado a concretar. En segundo lugar, un anteproyecto de las mismas características ha surgido como propuesta electoral durante las Elecciones Municipales de 2015, aunque es posible que no se llegue a ejecutar en un futuro próximo.

Anejo Nº1: Antecedentes

Las obras proyectadas deberán satisfacer las siguientes necesidades principales:

- Mantenimiento de la continuidad del tráfico circulante a través de la Ronda de Outeiro.
- Agilización de los movimientos de vehículos en la intersección, actualmente basada en una glorieta con regulación semafórica.
- Ayudar a la descongestión que sufre la desembocadura de la calle Manuel Murguía en la Ronda de Outeiro.
- No reducir la capacidad de movimiento de los peatones.
- Reorganizar la intersección actual.

ANEJO Nº2

CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. CARTOGRAFÍA

3. TOPOGRAFÍA

Anejo Nº2: Cartografía y topografía**1. INTRODUCCIÓN**

El objeto del presente Anejo es la justificación de la utilización de la cartografía que se ha empleado como base principal para la definición geométrica y espacial de todos los elementos que componen este anteproyecto.

Debido a la naturaleza académica del mismo, no se han realizado trabajos topográficos de campo que sin duda contribuirían a una mejor definición de la topografía existente. Únicamente se puede comprobar, mediante visitas de campo y fotografías aéreas, que los planos obtenidos se ajustan a la realidad física de la zona.

2. CARTOGRAFÍA

Para la realización del anteproyecto se ha partido de la siguiente documentación:

- Plan General de Ordenación Municipal del Ayuntamiento de A Coruña. Escala 1:5.000.
- Hoja número 21 del Mapa Geológico de España, publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Escala 1/50.000.
- Hoja número 1 del Mapa Geológico de España, publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Escala 1/200.000.
- Hoja número 1 del Mapa Geotécnico General, publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Escala 1/200.000.
- Hoja número 1 del Mapa de Rocas Industriales, publicado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Escala 1/200.000.
- Cartografía digital facilitada por la empresa Eptisa. Escala 1:1.000.

Se trata de una zona en la que se han realizado recientemente actuaciones menores que no aparecen reflejadas en la cartografía digital. Siempre con rigor y verosimilitud con la realidad, se ha adaptado para concordar con la situación actual.

3. TOPOGRAFÍA

La zona en la que se desenvolverá el proyecto es de carácter plenamente urbano, lo que hace que la topografía original haya sufrido numerosas modificaciones.

La topografía de la zona presenta un desnivel más o menos homogéneo a lo largo de Ronda de Outeiro. La inclinación al sur de la intersección es del 2%, descendente hacia la glorieta. La inclinación al norte es aproximadamente del 0,5%, también descendente hacia la glorieta.

En la dirección transversal, las inclinaciones no son tan homogéneas. La inclinación de la Tercera Ronda es del orden del 8,5%, descendente hacia la intersección. La inclinación de Manuel Murguía es del orden de 5,5%, ascendente hacia la intersección.

Obviamente, la mencionada topografía condicionará algunos de los aspectos de diseño del proyecto pero sin que estos condicionantes hagan tomar medidas importantes durante el diseño o la ejecución del mismo.

A continuación se resumen los valores topográficos más característicos de la zona en que se realizarían las actuaciones propuestas:

Detalle de la intersección

Coordenada Xutm máxima	Coordenada Yutm máxima	Coordenada Xutm mínima	Coordenada Yutm mínima	Cota máxima	Cota mínima
546730,784	4801971,323	546483,195	4801758,793	37,684	25,316

Fuente: Cartografía digital facilitada por Eptisa

ANEJO Nº3

ESTUDIO GEOLÓGICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. MARCO GEOLÓGICO

3. HISTORIA GEOLÓGICA

4. GEOLOGÍA ECONÓMICA

5. GEOLOGÍA DE LA ZONA DE PROYECTO

6. HIDROGEOLOGÍA

7. PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

7.1. CANTERAS

7.2. VERTEDEROS

APÉNDICES

1. MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. ESCALA 1:50.000

2. MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA. ESCALA 1:200.000

3. MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES. ESCALA 1:200.000

Anejo Nº3: Estudio geológico

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal que se busca con este estudio, es la caracterización geológica de la zona en la que se realizará el proyecto. Con este estudio se busca profundizar, sobre todo, en aspectos relacionados con la estratigrafía, petrología y tectónica de la zona de estudio, destacando por último, si la hubiese, alguna particularidad en la zona de actuación.

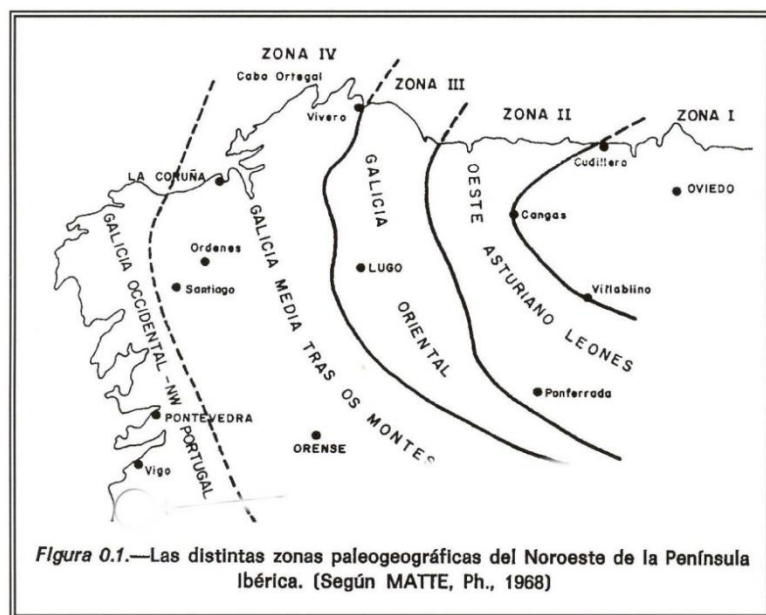
La información aquí recopilada y analizada se ha obtenido de la hoja número 21 del “Mapa Geológico de España” a escala 1/50.000, la hoja número 1 del “Mapa Geológico de España” a escala 1/200.000 y sus respectivas memorias. Así mismo se han utilizado los datos recogidos del “Mapa de Rocas Industriales”. Todos estos documentos han sido publicados por el Instituto Geológico y Minero de España. En el Apéndice correspondiente a este Anejo se pueden consultar los mapas anteriores.

Se ha utilizado también la información recogida en el “E. G. para la construcción de un aparcamiento disuasorio en San Pedro de Visma, A Coruña” facilitado por cortesía de la empresa Eptisa. La zona estudiada en dicho documento se encuentra a menos de 100 metros de distancia del lugar donde se realizarían las actuaciones recogidas en el presente anteproyecto.

2. MARCO GEOLÓGICO

La hoja número 21 del “Mapa Geológico de España” se sitúa geográficamente en la punta noroeste de la Península Ibérica, y más concretamente en el noroeste de la provincia de A Coruña. Toda la hoja pertenece a la unidad morfotectónica conocida como penillanura gallega, perteneciente a un ciclo erosivo muy avanzado que se interrumpió para instaurarse en ella un nuevo ciclo, como resultado de un más reciente alzamiento.

Nuestra área de proyecto se encuentra en la zona IV, Galicia Media Tras os Montes (Matte, Ph. 1968).



Al mismo tiempo, esta zona se enmarca en un dominio Oeste, caracterizado por la presencia de rocas sedimentarias y rocas básicas, ambas metamorfizadas, y por la ausencia del típico gneis metamórfico Ollo de Sapo y Paleozoico datado.

A grandes rasgos dentro de la hoja número 21 del “Mapa Geológico de España” se pueden diferenciar, litológicamente hablando, con cierta facilidad dos zonas. Empezando por la zona oeste que se encuentra formada exclusivamente por granitos emplazados en diferentes etapas de la orogénesis hercínica. También podemos encontrar la zona este, con una extensión el doble de grande que la zona oeste, y que está compuesta básicamente por rocas metamórficas de sedimentación posiblemente antepaleozoica, pero que presentan un metamorfismo seguramente hercínico.

Debido a la presencia de estas dos diferentes zonas litológicas, se produce una erosión diferencial distinta. De esta forma nos encontramos con que la zona con rocas metamórficas presenta un relieve eminentemente plano, y los granitos las alturas dominantes. Los ríos suelen ser de curso corto y generalmente situados en valles perpendiculares a las direcciones de las estructuras, en los que se manifiesta una clara influencia tectónica (deformaciones póstumas hercínicas).

3. HISTORIA GEOLÓGICA

Los materiales sedimentarios que afloran son los de la Serie de Órdenes, de facies flysch, erosionados y depositados en zonas no muy lejanas del área madre, probablemente durante los movimientos epirogénicos de edad Cadomiense tardía que elevarían algunas zonas del geosinclinal y que implicarían un gran aporte de detríticos y una sedimentación rápida.

Poco después tendría lugar la intrusión granítica en forma de sills al oeste: ortogneis de Punta Langosteira, que aparece concordante con la estratificación.

Un probable accidente tectónico de dirección noroeste-suroeste, que puede estar relacionado con la primera fase del plegamiento hercínico, favorecería más tarde el emplazamiento de los granitos, que son longitudinales. Esta fase afectó a la región de forma considerable y se manifiesta sobre todo en la Serie de Órdenes por un gran pliegue tumbado con vergencia al este y un plano axial subhorizontal, acompañado por una esquistosidad de flujo epizonal.

Al mismo tiempo comienza la etapa metamórfica de bajo grado (epizona), con desarrollo de clorita que continúa en la interfase con desarrollo de grandes biotitas y granates. La intensidad del metamorfismo parece decrecer entonces y la segunda fase da lugar a biotitas mucho menos desarrolladas.

Tiene lugar la intrusión de la granodiorita precoz y ligeramente antes de la segunda fase, y hasta sus postrimerías, se emplaza un leucogranito, afectado en algunas zonas por la segunda fase y en otras poco o nada deformado.

La segunda fase de deformación hercínica se desarrolla en gran medida, en base a pliegues subsoclinales subverticales con ligera vergencia al este, que repliegan las estructuras de la fase anterior. Esta fase desarrolla una esquistosidad muy neta, que es uno de los rasgos tectónicos más evidentes de la serie.

Anejo Nº3: Estudio geológico

Después de esta fase tiene lugar la intrusión de las granodioritas tardías de Ferrol y A Coruña, que en algunos casos presentan cierta deformación en los bordes, probablemente debida a efectos de emplazamiento. Se consideran postfase 2 y no postfase 3, porque no se observa que se encuentren afectadas por esta última fase.

La tercera fase es mucho menos importante que las anteriores, y se manifiesta con pliegues decimétricos de plano axial subhorizontal que en algunas ocasiones dan esquistosidades subhorizontales.

Finalmente las deformaciones póstumias hercínicas desarrollan “décrochements” dextrógiros.

4. GEOLOGÍA ECONÓMICA

Desde el punto de vista del aprovechamiento minero, la región estudiada es pobre en recursos. Sólo tiene interés la explotación de grandes canteras en las granodioritas, en las que la extracción de los materiales se ve favorecida por la gran tectonización que presentan. Los usos a que van destinados suelen ser la construcción o firmes de carretera, entre otros.

Pudiera reportar cierto interés un estudio detallado de los filones pegmatíticos situados en el borde oeste de la hoja (oeste de Rañobre), sobre todo por el valor industrial del feldespato.

5. GEOLOGÍA DE LA ZONA DE PROYECTO

La zona estudiada, así como la ciudad en general, se enclavan dentro del dominio de las rocas graníticas, entre las cuales a su vez pueden diferenciarse cuatro tipos en función de su edad de emplazamiento y deformación:

- Granitos pre a sinfase 1: ortogneis.
- Granitos Interfase 1-2 a tardifase 2: granodiorita precoz y leucogranito.
- Granitos postectónicos: granodiorita tardía.

En este lugar el sustrato rocoso lo conforma la denominada granodiorita precoz, caracterizada por un tamaño de grano de medio a grueso y tonalidades grisáceas cuando está fresca o rosada cuando está alterada. Según la cartografía de la zona los leucogranitos se disponen horizontalmente sobre la granodiorita precoz y en ocasiones se presentan como filones que intruyen la granodiorita.

Este sustrato tiende a desarrollar mantos de meteorización, que dan lugar a suelos residuales constituidos por arenas limo-arcillosas de compacidad variable. Estos perfiles de alteración presentan potencias muy variables y representan un tránsito gradual al sustrato rocoso del que proceden, pasando por los diferentes estadios de meteorización de la roca.

6. HIDROGEOLOGÍA

La permeabilidad de los diferentes materiales está directamente relacionada con el nivel de tectonización de la roca, así como su grado de meteorización. La permeabilidad de estas rocas en estado fresco es casi nula y en estado de alteración generalmente pequeña.

El sustrato rocoso, definido por la granodiorita puede considerarse con una porosidad casi nula, menor cuanto más sana sea la roca que lo define. Esto hace que no pueda ser considerado como una formación acuífera en sí misma, capaz de transmitir flujos de agua subterránea a través de la matriz rocosa. La porosidad del macizo va a venir definida por la porosidad secundaria, la cual es función del grado de fracturación y diaclasado que presenta la roca.

La circulación del agua va a deberse fundamentalmente a la fracturación de la roca, donde el movimiento se produce a través de los planos de discontinuidad, viéndose obstaculizado en muchos casos por la presencia de rellenos de las fracturas.

Por tanto, se puede establecer que un macizo rocoso es un conjunto prácticamente impermeable en las zonas en las que aparece sano, si bien, las discontinuidades más o menos abiertas condicionan una porosidad secundaria que aumentará en las zonas descomprimidas y alteradas, disminuyendo notablemente en profundidad.

Por lo que respecta a los niveles más superficiales en los que la meteorización de la roca ha dado lugar a un perfil de alteración de carácter granular, su permeabilidad es mucho mayor, facilitando la acumulación de las aguas infiltradas en épocas de lluvia y permitiendo la circulación subterránea de las mismas.

La granulometría arenosa y areno-limosa de los horizontes de alteración, incrementará notablemente la permeabilidad y transmisividad, actuando como un acuífero libre favorecido por la infiltración de las aguas. También podría actuar como una fuente de alimentación de un posible acuífero profundo, hasta alcanzar los niveles de roca sana impermeables; dicho acuífero profundo se reducirá a la zona de fracturación más superficial y descomprimida, donde no obstante la circulación de las aguas va a estar muy restringida.

7. PRÉSTAMOS Y VERTEDEROS

Se detalla a continuación la presencia de lugares de extracción de áridos, y sus correspondientes materiales, para su empleo cuando sea necesario recurrir a aportes externos de material para la ejecución de las respectivas obras.

Así mismo, será necesario localizar los puntos de vertido que generalmente consistirán en áreas situadas en el exterior de la zona de obras, ubicadas y gestionadas por el Contratista, en las que éste verterá los productos procedentes de demoliciones, excavaciones o deshechos de la obra en general. Estos materiales destinados a vertedero tienen el carácter de no reutilizables.

La ubicación de las canteras próximas a la zona de las obras se ha obtenido a partir de la Hojas 1,7 y 8 del Mapa de Rocas Industriales del Instituto Geológico y Minero de España, que se incluye en el Apéndice correspondiente, al final del presente Anejo.

Anejo Nº3: Estudio geológico

7.1. CANTERAS

Situación de las canteras próximas a la zona de actuación

Nº Yacimiento	Roca	Utilización	Paraje	Municipio
81	Granito	Áridos	A Grela	Arteixo
83	Granito	Áridos	A Grela	A Coruña
95	Anfibolitas	Áridos	Bugariña	Cabanas
99	Pizarras	Áridos	Reboredo	Fene
138	Granito	Áridos	Eume	Pontedeume
102	Serpentinas	Áridos	Mourela	Neda
97	Cuarzo	Áridos	Fraga dos Credos	Capela
42	Gabro-diorita	Áridos	Barrañán	Arteixo
81	Pizarras y gneis	Áridos	Rabadeira	Coristanco
56	Zahorra	Relleno-subbase	Cuiñas	Oza dos Ríos
77	Zahorra	Relleno-subbase	Tablas	Carral
82	Gravas y arenas	Áridos	Abegondo	Abegondo
201	Pizarras anfibolíticas	Áridos	Obre	Betanzos

Fuente: Mapa de Rocas Industriales (IGME)

7.2. VERTEDEROS

Aquellos materiales procedentes de las excavaciones y demoliciones que no puedan ser reutilizados deberán ser llevados a vertedero cumpliendo las condiciones que se establezcan en el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental.

Situación de los vertederos próximos a la zona de actuación

Nº Yacimiento	Paraje	Municipio
85	A Grela	A Coruña
86	A Grela	A Coruña
87	A Grela	A Coruña
95	Meicende	A Coruña

Fuente: Mapa de Rocas Industriales (IGME)

APÉNDICE 1

MAPAS

Anejo Nº3: Estudio geológico

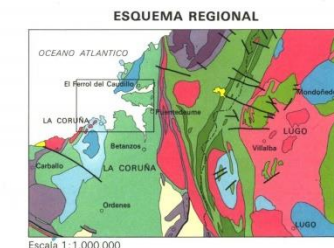
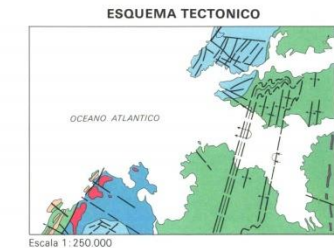
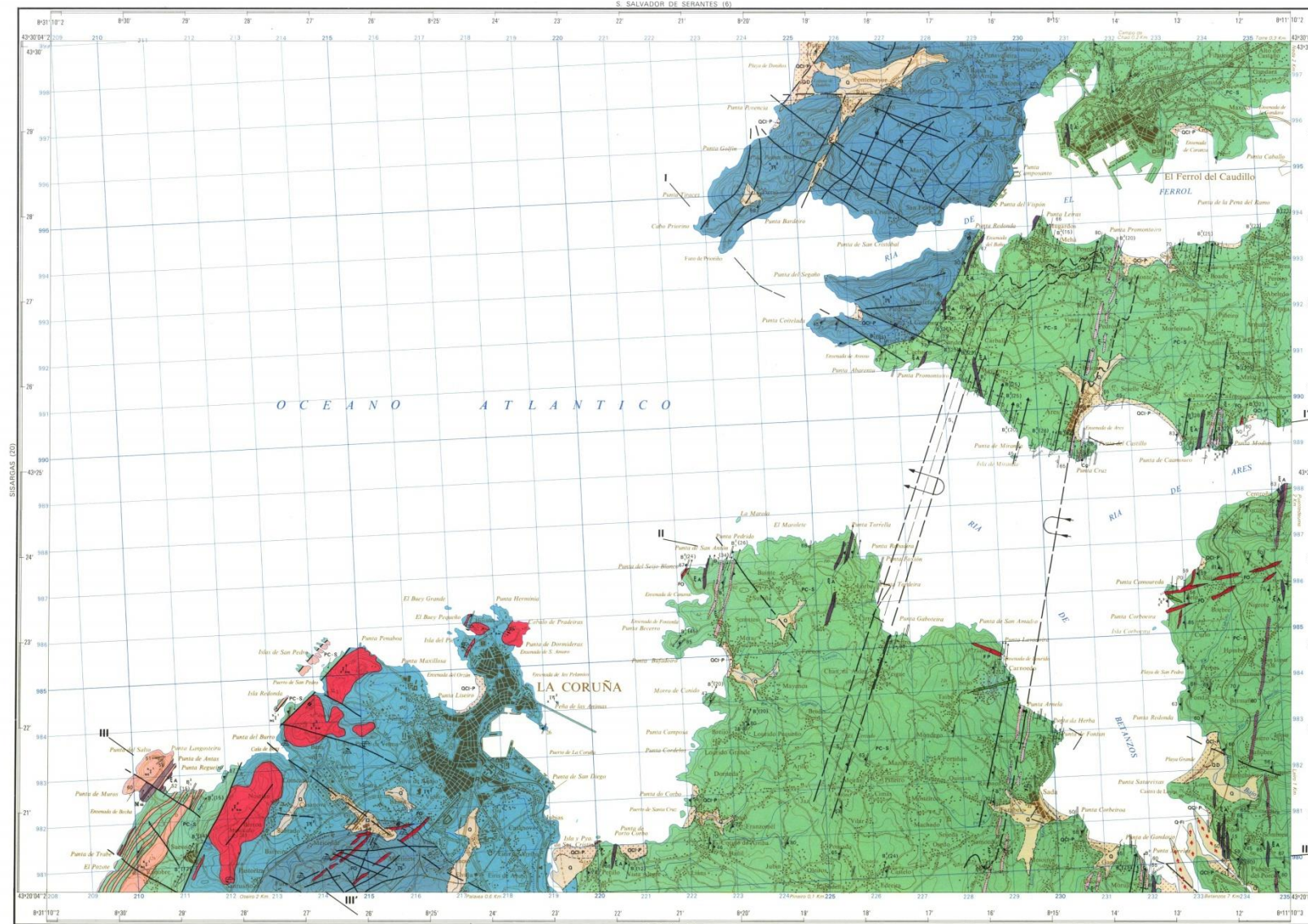
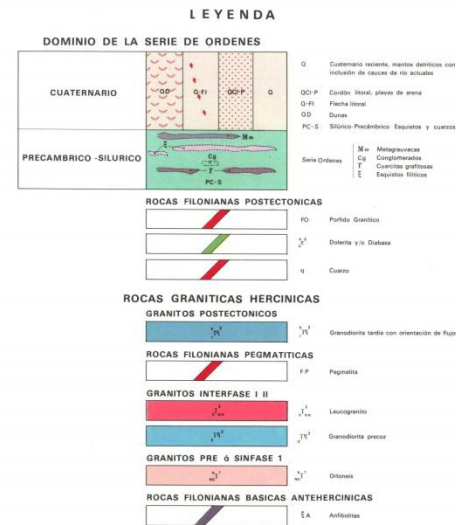
MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

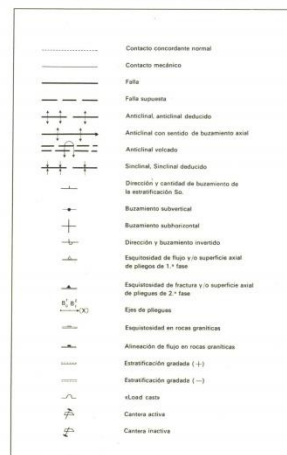
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

LA CORUÑA

21
5-4



SIGNOS CONVENCIONALES

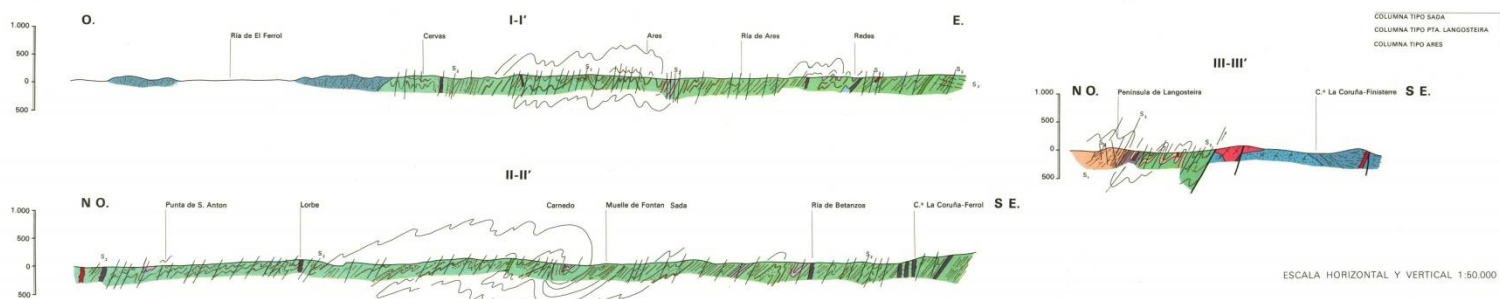


EDITA: SERVICIO DE PUBLICACIONES-MINISTERIO DE INDUSTRIA
C.S.G. 1972
Base topográfica, dibujo y reproducción: Instituto Geográfico y
Catastral. — Depósito legal: M. 9.398-1973

Escala 1:50.000
Las altitudes se refieren al nivel medio del Mediterráneo en Alicante
Cuadrícula Lambert — Equidistancia de las curvas de nivel: 20 metros
Proyección U.T.M. — Espado Internacional

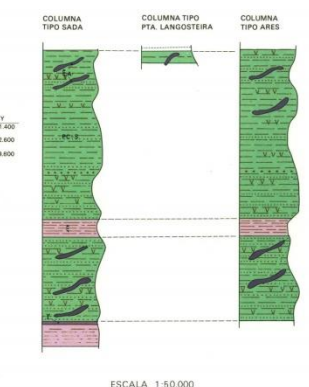
NORMAS, DIRECCION Y SUPERVISION DEL IGME
DIVISION DE GEOLOGIA DEL IGME
Victoria Monteserín López
Felipe Fernández Piompa
Madrid 1973

CORTES GEOLOGICOS

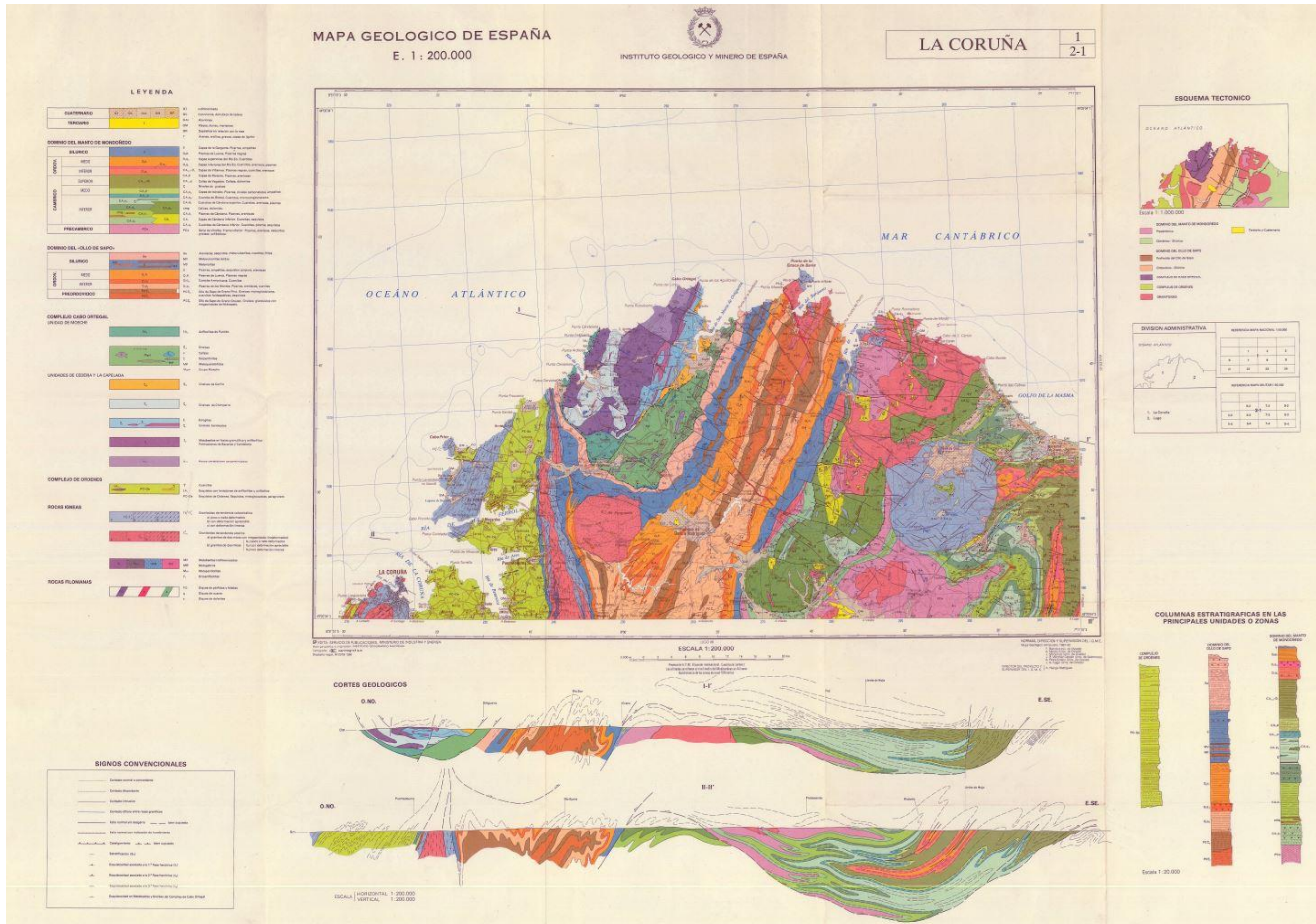


COLUMNAS ESTRATIGRAFICAS EN LAS
PRINCIPALES UNIDADES O ZONAS

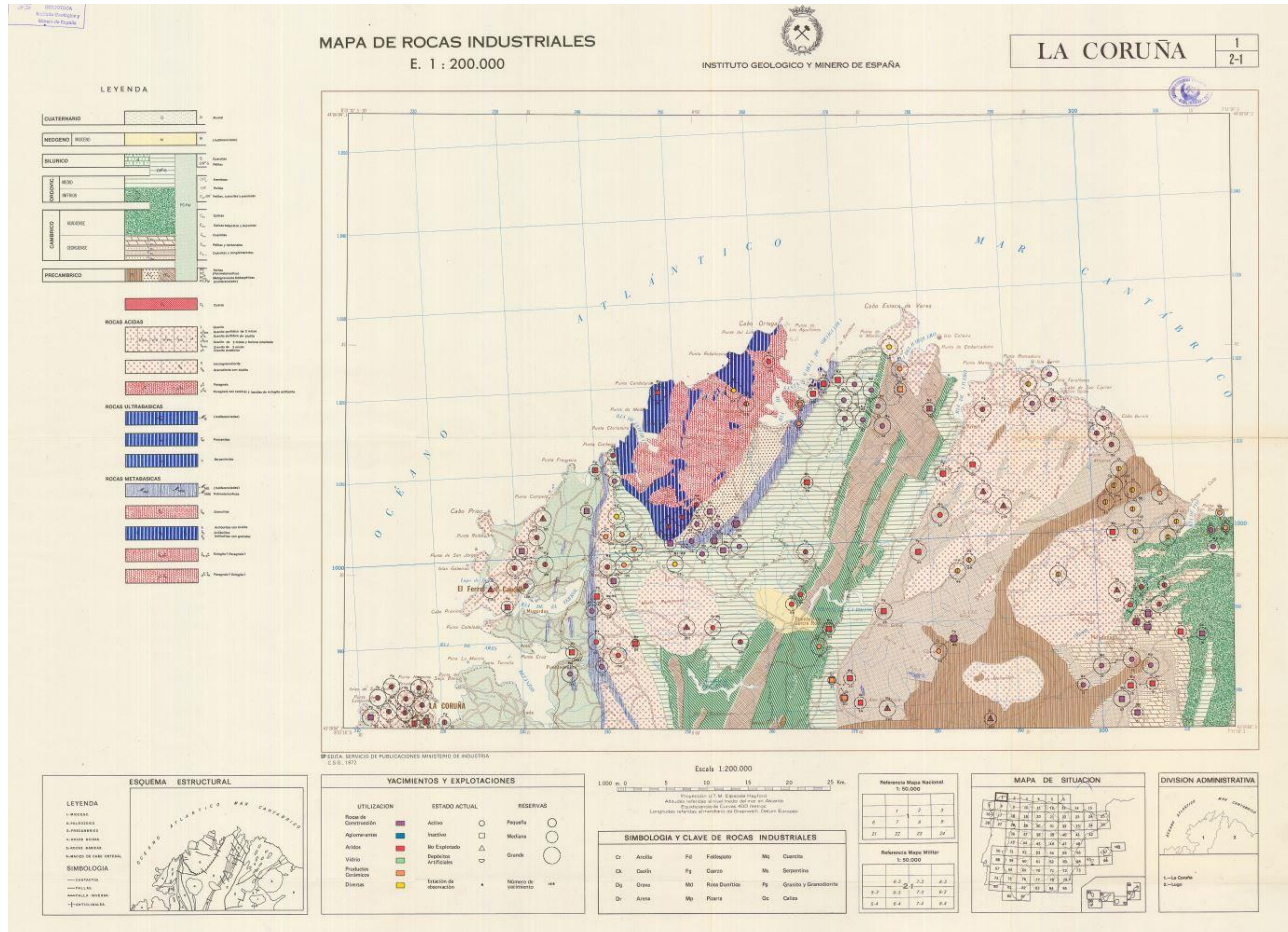
SERIE DE ORDENES



Anejo N°3: Estudio geológico



Anejo Nº3: Estudio geológico



ANEJO Nº4

ESTUDIO GEOTÉCNICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

3. MARCO GEOLÓGICO

3.1. FORMACIONES GEOLÓGICAS

3.2. HIDROGEOLOGÍA

4. GEOTECNIA DE LA ZONA DE PROYECTO

5. TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

5.1. TRABAJOS DE CAMPO

5.1.1. SONDEOS GEOTÉCNICOS

5.1.2. CALICATAS

5.1.3. PENETRACIONES DINÁMICAS

5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

6. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

6.1. RELLENO ANTRÓPICO

6.2. ARENA LIMOSA “JABRE”

6.3. SUSTRATO ROCOSO DE GRADO IV - III

7. NIVEL FREÁTICO

8. EXCAVABILIDAD

9. CARACTERIZACIÓN DE LA EXPLANADA

10. CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO

11. RESUMEN Y CONCLUSIONES

APÉNDICES

1. MAPA GEOTÉCNICO GENERAL. ESCALA 1:200.000

2. LOCALIZACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

3. REGISTRO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Anejo Nº4: Estudio geotécnico**1. INTRODUCCIÓN**

Debido a las características de este tipo de actuación, con un importante volumen de movimiento de tierras y la ejecución de un paso inferior, este documento adquiere especial relevancia dentro del conjunto del anteproyecto.

Por tratarse de un anteproyecto académico, y de acuerdo a las bases para su realización, los resultados de los ensayos y demás datos de la campaña geotécnica serán ficticios, pero verosímiles y concordantes con la geotecnia general de la zona.

Para conseguir unos datos fidedignos y por cortesía de la empresa Eptisa, se ha podido consultar el “E. G. para la construcción de un aparcamiento disuasorio en San Pedro de Visma, A Coruña”. Su emplazamiento se encuentra a menos de 100 metros de distancia de la zona donde se realizarían las actuaciones recogidas en el presente anteproyecto, por lo que los datos obtenidos se considerarán lo suficientemente representativos de la misma.

Asimismo, se ha consultado la hoja 1 del “Mapa Geotécnico General”, elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME).

En el Anejo del Estudio Geológico se ha estudiado de forma cualitativa y a gran escala la naturaleza del terreno en el que se asienta la obra. El presente Anejo dará información de las características reales del terreno, obtenidas a partir de una serie de muestras, limitadas a unos puntos significativos por el coste económico de los ensayos, pero en cantidad suficiente para que se alcance un grado razonable de certidumbre en los resultados.

2. PLANIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Para la realización de este estudio, sería necesario actuar en varias fases:

- Consulta y evaluación de la información disponible.
- Obtención y realización de una serie de reconocimientos y operaciones en el propio terreno, como son las calicatas, la extracción de muestras que pueden ser alteradas o no, o la ejecución de otros ensayos in situ.
- Análisis y ensayo de las muestras en laboratorio obteniendo unos resultados concretos.
- Obtención de conclusiones y elección de la solución que más se amolda a la situación que se presenta.

3. MARCO GEOLÓGICO

La ciudad de A Coruña se encuentra situada en la hoja nº 21 del “Mapa Geológico de España” a escala 1:50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España.

Como se comenta en el Anejo del Estudio Geológico, a grandes rasgos, dentro del marco geológico regional, la ciudad se aloja en la zona IV, Galicia Media – Tras Os Montes, establecida por Matte Ph. en 1968.

En el mapa mencionado se pueden diferenciar, litológicamente hablando, con cierta facilidad dos zonas. Empezando por la zona oeste que se encuentra formada exclusivamente por granitos emplazados en diferentes etapas de la orogénesis hercínica. También podemos encontrar la zona este, con una extensión el doble de grande que la zona oeste, y que está compuesta básicamente por rocas metamórficas de sedimentación posiblemente antepaleozoica, pero que presentan un metamorfismo seguramente hercínico.

3.1. FORMACIONES GEOLÓGICAS

La zona estudiada, así como la ciudad en general, se enclavan dentro del dominio de las rocas graníticas, entre las cuales a su vez pueden diferenciarse cuatro tipos en función de su edad de emplazamiento y deformación:

- Granitos pre a sinfase 1: ortogneis.
- Granitos interfase 1-2 a tardifase 2: granodiorita precoz y leucogranito.
- Granitos postectónicos: granodiorita tardía.

En este lugar el sustrato rocoso lo conforma la denominada granodiorita precoz, caracterizada por un tamaño de grano de medio a grueso y tonalidades grisáceas cuando está fresca o rosada cuando está alterada. Según la cartografía de la zona los leucogranitos se disponen horizontalmente sobre la granodiorita precoz y en ocasiones se presentan como filones que intruyen la granodiorita.

Este sustrato tiende a desarrollar mantos de meteorización, que dan lugar a suelos residuales constituidos por arenas limo-arcillosas de compacidad variable. Estos perfiles de alteración presentan potencias muy variables y representan un tránsito gradual al sustrato rocoso del que proceden, pasando por los diferentes estadios de meteorización de la roca.

3.2. HIDROGEOLOGÍA

El sustrato rocoso, definido por la granodiorita puede considerarse con una porosidad casi nula, menor cuanto más sana sea la roca que lo define. Esto hace que no pueda ser considerado como una formación acuífera en sí misma, capaz de transmitir flujos de agua subterránea a través de la matriz rocosa.

En los niveles más superficiales en los que la meteorización de la roca ha dado lugar a un perfil de alteración de carácter granular, su permeabilidad es mucho mayor, facilitando la acumulación de las aguas infiltradas en épocas de lluvia y permitiendo la circulación subterránea de las mismas.

Anejo Nº4: Estudio geotécnico

4. GEOTECNIA DE LA ZONA DE PROYECTO

Se pretende describir las condiciones y características de los terrenos de cara a la construcción a partir del “Mapa Geotécnico General” publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, incluido como apéndice. Esto impone una importante limitación debido a la escala de trabajo utilizada.

Siguiendo las normas de la división taxonómica establecidas para la separación y la denominación geotécnica, se ve que toda la hoja en la que se encuentra el emplazamiento posee la misma homogeneidad geotécnica y define por consiguiente una única unidad de primer orden, denominada región I.

Para la delimitación de las áreas, unidades de segundo orden, se atiende a la homogeneidad macrogeomorfológica. El proceso seguido para realizar esta subdivisión se basa en el estudio de los diferentes tipos de rocas, así como de su resistencia a la erosión y su distinto comportamiento ante los diferentes movimientos tectónicos que han actuado sobre ellos. La zona de proyecto se encuentra en el área I3.

Esta zona se caracteriza litológicamente por rocas granudas de la familia de los granitos y granodioritas, por lo general compactas y resistentes a la erosión.

Su morfología varía desde acusada hasta muy acusada, dando sobre el terreno formas vigorosas, si bien bastante redondeadas, y en las cuales se mezclan zonas de rocas alteradas, coherentes y con escasa consistencia, con otras de rocas sanas y competentes.

La posibilidad de aparición en ellas de niveles acuíferos es muy escasa, obteniéndose agua únicamente en las zonas de fractura o de relleno. Su permeabilidad en pequeño es nula, y en grande está condicionada por su grado de tectonización. Sin embargo, su drenaje por escorrentía superficial es muy favorable, descartándose la posibilidad de aparición de zonas de encharcamiento.

Las características mecánicas son óptimas, pues admiten cualquier tipo de carga, sin que aparezcan fenómenos de asentamiento o reduciéndolos al mínimo. Los problemas que ocasionalmente puedan surgir, y que puntualmente harán descender la capacidad de carga y aumentar la magnitud de los asentamientos, estarán relacionados bien con la aparición de zonas de alteración (arcillosas y saturadas), bien con posibles deslizamientos de lajas al eliminar su base o cargarlas en la misma dirección que los planos de esquistosidad y a favor de las pendientes naturales, o bien con desmoronamientos y caída de terrenos sueltos y bloques.

5. TRABAJOS DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

En primer lugar se realizó una inspección visual de la zona, incluyendo la determinación del lugar para la realización de los ensayos. Posteriormente se ejecutaron los mismos, se recogieron las muestras, y se trasladaron al laboratorio para su posterior análisis.

5.1. TRABAJOS DE CAMPO

5.1.1. SONDEOS GEOTÉCNICOS

Se ha perforado un sondeo mecánico a rotación con recuperación continua de testigo. A lo largo de la columna perforada se ha procedido a la toma de muestras inalteradas y a la ejecución de ensayos de penetración estándar (SPT).

Con la toma de muestras inalteradas “in situ” se pretende obtener porciones de suelo cuyas características permanezcan lo más intactas posibles, para posteriormente ser ensayadas en el laboratorio.

Los ensayos de penetración estándar han servido para conocer la compacidad de los niveles atravesados en la perforación.

Datos del sondeo geotécnico

Sondeo	Longitud de sondeo (m)	Ensayo	Profundidad del ensayo (m)
S-1	9,00	MI-1	2,00 – 2,60
		SPT-1	2,60 – 3,20
		SPT-2	5,00 – 5,25

En una primera aproximación, de acuerdo con el golpeo obtenido en el ensayo, la compacidad de los terrenos granulares se puede valorar según las siguientes correlaciones propuestas por diversos autores.

Nº de golpes	Compacidad
<4	Muy suelta
4 – 10	Suelta
10 – 30	Media
30 – 50	Densa
>50	Muy densa

5.1.2. CALICATAS

Las calicatas se han realizado mediante una retroexcavadora mixta, alcanzando diferentes profundidades limitadas por la longitud del brazo de la maquinaria, así como por la ripabilidad del sustrato detectado.

Anejo Nº4: Estudio geotécnico

Dicha excavación servirá como un ensayo previo y una importante inspección visual del material que constituye el subsuelo hasta la profundidad que deseemos excavar. La propia excavación consiste en sí misma, en una fuente de información, ya que permite obtener datos acerca del comportamiento de los materiales excavados, así como ver si se intercepta el nivel freático o pequeñas bolsas de agua. Hay que recordar que cualquier ensayo puede ser erróneo si se realiza de forma incorrecta, en cambio, una pequeña excavación dará una información, que si bien en ciertos aspectos puede ser limitada, será bastante fiable en otros muchos.

Aprovechando la apertura de las calicatas se ha procedido a la toma de muestras representativas de los diferentes niveles identificados. Estas muestras se han trasladado a laboratorio donde se han programado los ensayos de laboratorio de caracterización oportunos.

Datos de las calicatas

Sondeo	Profundidad (m)	Cota (m)	Profundidad de la muestra (m)
C-1	1,70	28,80	2,00 – 2,60
C-2	2,50	27,30	2,60 – 3,20

5.1.3. PENETRACIONES DINÁMICAS

El ensayo de penetración tipo Borros permite ver de una forma muy gráfica y sencilla como varía la resistencia dinámica del terreno al incrementar la profundidad.

Los ensayos de penetración dinámica tipo Borros han de realizarse siguiendo en todo caso lo dispuesto en la respectiva normativa, con un penetrómetro que reúna las siguientes características técnicas:

- Puntaza de sección cuadrada de área 16 cm².
- Conicidad de 90 grados.
- Peso de la maza de 63,5 kilogramos.
- Altura de caída de la maza de 50 centímetros.
- Diámetro del varillaje de 3,2 centímetros.
- Longitud de la varilla de 1 metro.
- Peso de la varilla de 5,6 kilogramos.

La realización de este ensayo consiste en dejar caer una maza, desde una altura de 50 centímetros, con el objeto de golpear una puntaza y medir el número de golpes que se requieren para conseguir una penetración en el terreno de 20 centímetros. Se repite el proceso de hincado hasta alcanzar la profundidad prevista o hasta que se produce el rechazo, lo que ocurre al obtener 2 valores consecutivos de más de 85 golpes, o cuando no se logre avanzar los 20 centímetros con 100 golpes.

El resultado final del ensayo será un gráfico representando el número de golpes necesario para lograr 20 centímetros de penetración y la profundidad a la que se realizan. Ello permite observar la variación de la resistencia dinámica del terreno al incrementar la profundidad.

Datos de las penetraciones dinámicas

Sondeo	Profundidad de rechazo (m)	Cota (m)
PD-1	4,50	25,54
PD-2	3,00	27,33

5.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

En la zona de estudio se han recogido dos muestras procedentes de las calicatas y una muestra procedente de sondeos. Cabe recordar que de las muestras tomadas, las de las dos calicatas están alteradas, algo que no ocurre en las procedentes de los sondeos.

A partir de las muestras del terreno, se han realizado los ensayos de laboratorio típicos. Por un lado se han realizado los diferentes ensayos físico-mecánicos, constituidos por el correspondiente análisis granulométrico fruto del tamizado, determinación de la humedad y de los diferentes tipos de densidades de los materiales y ensayos de compactación entre otros. Por otra parte se han realizado ensayos químicos, mediante los que se establece el contenido en sulfatos solubles y yesos y la determinación de materia orgánica entre otros.

6. DESCRIPCIÓN GEOTÉCNICA DE LOS MATERIALES

Se realiza la descripción de los materiales detectados a partir de las observaciones de campo y de las diferentes prospecciones realizadas. Además, se han tomado como base los resultados obtenidos en los oportunos ensayos de identificación en el laboratorio.

De este modo se pueden diferenciar, comenzando desde la superficie, los siguientes niveles:

- Relleno antrópico.
- Sustrato granodiorítico con presencia de:
 - Arena limosa “jabre” (grado V).
 - Sustrato de muy a moderadamente meteorizado (grado IV-III).

Se recuerda a continuación la escala de meteorización para las diferentes rocas, lo cual permitirá hacerse una idea de la clase de materiales de la que se habla.

Anejo Nº4: Estudio geotécnico

Grados de meteorización según la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas (ISRM)

Grado de meteorización	Término descriptivo	Propiedades geotécnicas
I	Sano	No se aprecia ningún signo visible de meteorización
II	Ligeramente meteorizado	La resistencia de la roca es algo menor que la de la roca sana. Se necesita casi siempre explosivos para excavar.
III	Moderadamente meteorizado	La roca se presenta en grandes fragmentos. Se necesita casi siempre explosivos para excavar.
IV	Fuertemente meteorizado	La presencia de bloques erráticos complica la cimentación de estructuras grandes.
V	Completamente meteorizado	No sirve para cimentaciones de grandes estructuras. Necesita protección contra erosión.
VI	Suelo residual	No sirve para importantes cimentaciones.

6.1. RELLENO ANTRÓPICO

Como se comenta anteriormente, este tipo de rellenos conforma la capa más superficial del firme, y es algo común a todos los terrenos urbanos que se analicen.

En su capa más superficial, consta normalmente de un tramo de hormigón u otro tipo de conglomerantes con presencia de áridos gruesos. También puede estar constituido por adoquines, materiales que formaron algún tipo de pavimento o restos de escombros y materiales de construcción. Es constante en este tipo de rellenos la presencia de material orgánico o vegetal.

Su compactación suele ser bastante pobre, incrementándose su mal estado con la edad de estos rellenos.

Como norma general estos suelos se disponen con espesores de 1 a 2 metros. Este tipo de suelos carece de utilidad, debido fundamentalmente a su alto contenido en materia orgánica y su elevada cantidad de escombros, restos y mezclas de otros materiales.

6.2. ARENA LIMOSA “JABRE”

Se trata de suelos granulares resultado de los procesos de alteración “in situ” que afectaron al sustrato rocoso del que proceden. Según la escala de meteorización de las rocas se clasificaría como una granodiorita completamente meteorizada, de grado V.

En la siguiente tabla se muestran los espesores de esta capa medidos en los puntos donde se han realizado ensayos de campo.

Espesores del sustrato de grado V

Localización	Espesor (m)
S-1	4,65
C-1	0,90
C-2	2,00
PD-1	4,00
PD-2	1,70

Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos se considera representativo adoptar para este nivel los siguientes parámetros geotécnicos característicos:

Parámetros geotécnicos del sustrato de grado V

Densidad aparente (g/cm³)	Cohesión (Kg/cm²)	Ángulo de rozamiento (grados)	Coefficiente de balasto (Kp/cm³)	Módulo de elasticidad (Kp/cm)
1,90 – 2,20	0,00 – 0,03	30 - 35	1 - 3	80

6.3. SUSTRATO ROCOSO DE GRADO IV - III

Se trata del sustrato rocoso propiamente dicho. Aparece generalmente por debajo del jabre. Consiste en una granodiorita de dos micas, de tamaño de grano grueso. Las características más destacables son, por un lado la presencia de feldspatos de hasta 5 centímetros de longitud y por otro el predominio de la biotita sobre la moscovita.

Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos se considera representativo adoptar para este nivel los siguientes parámetros geotécnicos característicos:

Parámetros geotécnicos del sustrato de grado IV - III

Densidad seca (g/cm³)	Cohesión (Kg/cm²)	Ángulo de rozamiento (grados)	Coefficiente de balasto (Kp/cm³)
2,40 – 2,70	2,00 – 3,00	25 - 35	30 - 500

Anejo Nº4: Estudio geotécnico

7. NIVEL FREÁTICO

En los trabajos de campo no se observa una presencia significativa de agua, por lo que no se espera su aparición hasta profundidades de aproximadamente 9 metros. Como se ha comentado con anterioridad la aparición de agua en capas de roca puede ser debido a algún tipo de fracturación leve en las capas a esa profundidad o al contacto entre capas.

En principio, la cota del agua no debería afectar en absoluto a los trabajos de cimentación. De todas formas, para minimizar los posibles efectos del agua en la obra y como mecanismo de contención principal, se hará uso de pantallas como elemento de contención en esta obra.

En caso poco probable de que el nivel freático durante la construcción se situara a una cota mayor a la de la losa de cimentación habrá de tenerse en cuenta una fase constructiva previa a la excavación, que sería la de bombeo.

8. EXCAVABILIDAD

La excavabilidad de un macizo rocoso viene determinada por su grado de fracturación, la presencia de foliación y su resistencia a compresión simple. Entre el material completamente meteorizado y la roca sana se podrá presentar una amplia sucesión de términos intermedios.

Teniendo en cuenta las características resistentes de los materiales que conforman el subsuelo se estima que los niveles de relleno, tierra vegetal y sustrato rocoso completamente meteorizado así como la parte más superficial del sustrato rocoso podrán excavararse mediante medios mecánicos convencionales. Para la excavación del sustrato rocoso moderadamente meteorizado, de grado III, se requerirá el empleo de martillo neumático o explosivos.

9. CARACTERIZACIÓN DE LA EXPLANADA

Dadas las profundidades a las que se situaría la explanada de un paso inferior, el fondo de excavación se supondrá situado sobre la formación rocosa de grado III, que deberá considerarse como fondo de excavación en roca. No existirían impedimentos para lograr una explanada E3, si esta fuera necesaria.

En caso de que el fondo afectara simplemente al suelo de alteración jabre grado V, se consideraría como material seleccionado.

10. CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO

El nivel de relleno antrópico, no se considera apto para el apoyo de elementos de cimentación debido a su heterogeneidad, alto contenido en materia orgánica y a su baja o nula resistencia. De este modo la totalidad de los elementos de cimentación deberán quedar emplazados en el jabre o en el sustrato rocoso granodiorítico.

11. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se ha realizado una investigación geotécnica consistente en la perforación de un sondeo mecánico a rotación con recuperación continua de testigo, excavación de dos calicatas y la ejecución de dos ensayos de penetración dinámica tipo Borros.

A partir de los resultados obtenidos se establece una columna litológica consistente en un relleno antrópico y un sustrato granodiorítico que se puede encontrar en forma de arena limosa con grado de alteración V o en forma de sustrato con grado de alteración IV – III.

No se espera la aparición de agua durante las excavaciones hasta una profundidad de aproximadamente 9 metros, siempre dependiendo de la estación del año.

Los niveles de relleno antrópico y suelo de alteración, así como la parte más superficial del sustrato rocoso podrán excavararse mediante medios mecánicos convencionales. Para la excavación del sustrato rocoso moderadamente meteorizado se requerirá el empleo de martillo neumático o explosivo.

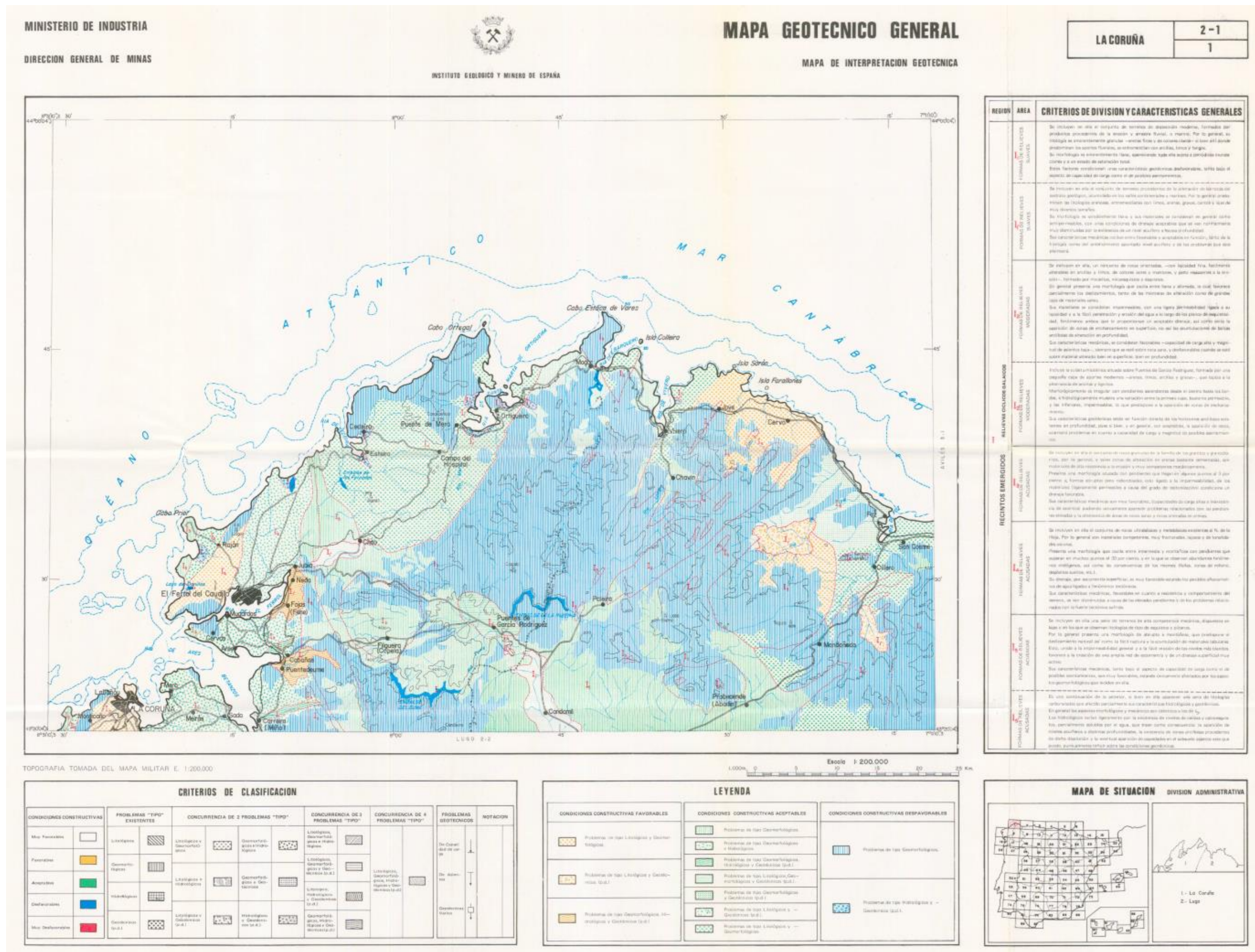
De acuerdo con las directrices del PG-3, para la formación de la explanada se considera el sustrato moderadamente meteorizado como roca y el suelo de alteración jabre como suelo seleccionado.

En lo que respecta a las posibles estructuras, la totalidad de los elementos de cimentación deberán quedar emplazados en el sustrato jabre o en el sustrato rocoso granodiorítico, minimizando los asientos asociados.

APÉNDICE 1

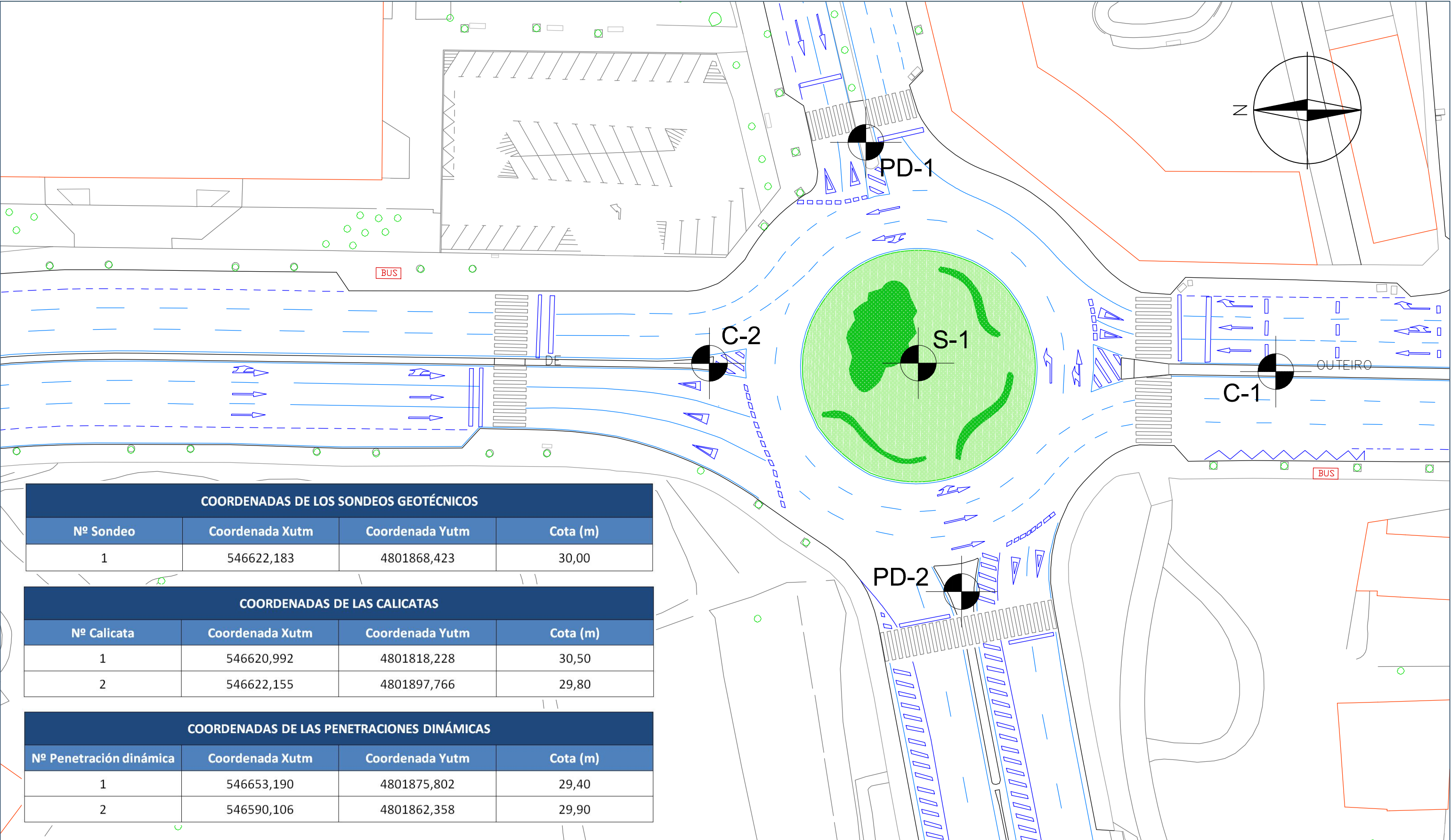
MAPAS

Anejo Nº4: Estudio geotécnico



APÉNDICE 2

LOCALIZACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS



COORDENADAS DE LOS SONDEOS GEOTÉCNICOS			
Nº Sondeo	Coordenada Xutm	Coordenada Yutm	Cota (m)
1	546622,183	4801868,423	30,00

COORDENADAS DE LAS CALICATAS			
Nº Calicata	Coordenada Xutm	Coordenada Yutm	Cota (m)
1	546620,992	4801818,228	30,50
2	546622,155	4801897,766	29,80

COORDENADAS DE LAS PENETRACIONES DINÁMICAS			
Nº Penetración dinámica	Coordenada Xutm	Coordenada Yutm	Cota (m)
1	546653,190	4801875,802	29,40
2	546590,106	4801862,358	29,90

APÉNDICE 3

REGISTRO DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

Anejo Nº4: Estudio geotécnico

1. REGISTRO DEL SONDEO GEOTÉCNICO


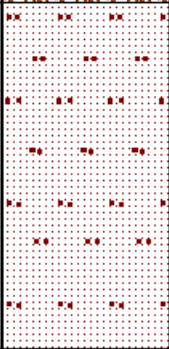
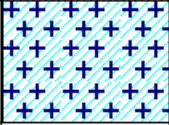
Columna litológica registrada en S-1

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO (m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
0,6	0,6		RELLENO ANTRÓPICO.
5,3	4,65		ARENA LIMOSA DE COLOR BEIGE. SE TRATA DE UNA GRANODIORITA COMPLETAMENTE METEORIZADA (GRADO V). COMPACIDAD MODERADAMENTE DENSA, PASANDO A MUY DENSA A BASE DE LA CAPA.
5,9	0,65		GRANODIORITA MUY METEORIZADA (GRADO IV). SE RECUPERA EN FORMA DE GRUESOS
6,3	3,1		GRANODIORITA MODERADAMENTE METEORIZADA (GRADO III) TAMAÑO DE GRANO GRUESO. DESTACA LOS CRISTALES DE FELDESPATOS DE TAMAÑO CENTIMÉTRICO Y LA PRESENCIA DE BIOTITA.
7,3			SE HA ENCONTRADO UNA FAMILIA DE DISCONTINUIDADES SUBHORIZONTAL.
8,3			
9,0			

Anejo Nº4: Estudio geotécnico

2. REGISTRO DE LAS CALICATAS

Columna litológica registrada en C-1

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO (m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
0,5	0,5		RELLENO ANTRÓPICO
1,0	0,9		ARENA LIMOSA DE COLOR BEIGE
1,5	0,1		SUSTRATO ROCOSO GRANODIORÍTICO MUY METEORIZADO. SE RECUPERA EN FORMA DE GRUESOS
1,7			
2,0			FIN DE LA CATA 1,70 M

Columna litológica registrada en C-2

PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR DEL ESTRATO (m)	CORTE LITOLÓGICO	NATURALEZA Y DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
0,5	0,5		RELLENO ANTRÓPICO
1,0	2		ARENA LIMOSA DE COLOR BEIGE. PRESENTA GRUESOS DE TAMAÑO CENTIMÉTRICO, QUE MUESTRAN RESISTENCIA AL RIPADO
1,5			
2,0			
2,5			
			SUSTRATO ROCOSO MODERAD. METEORIZADO
			FIN CATA 2,50 M
3,0			

Anejo Nº4: Estudio geotécnico

3. REGISTRO DE LAS PENETRACIONES DINÁMICAS

Gráfico de penetración registrado en PD-1

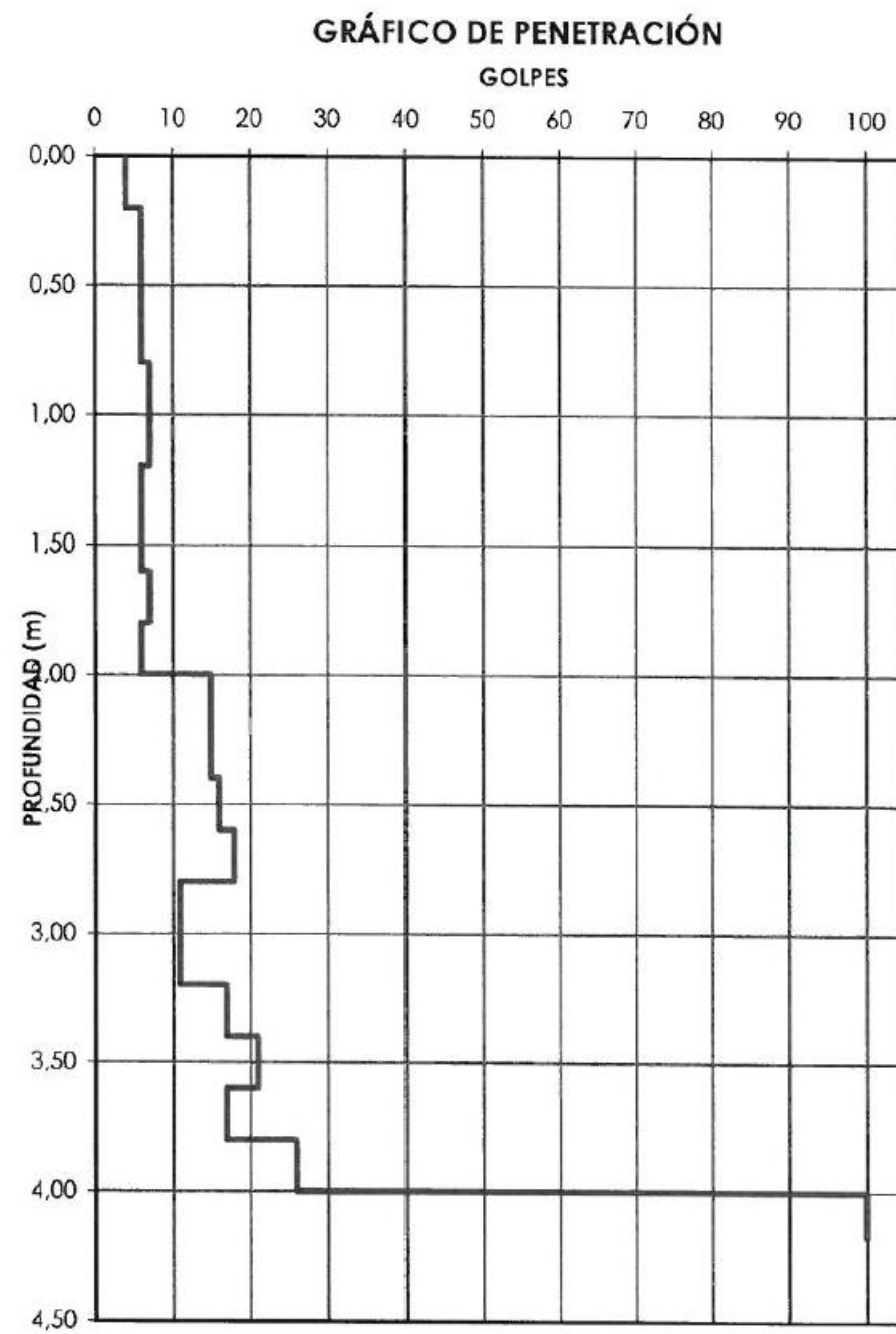
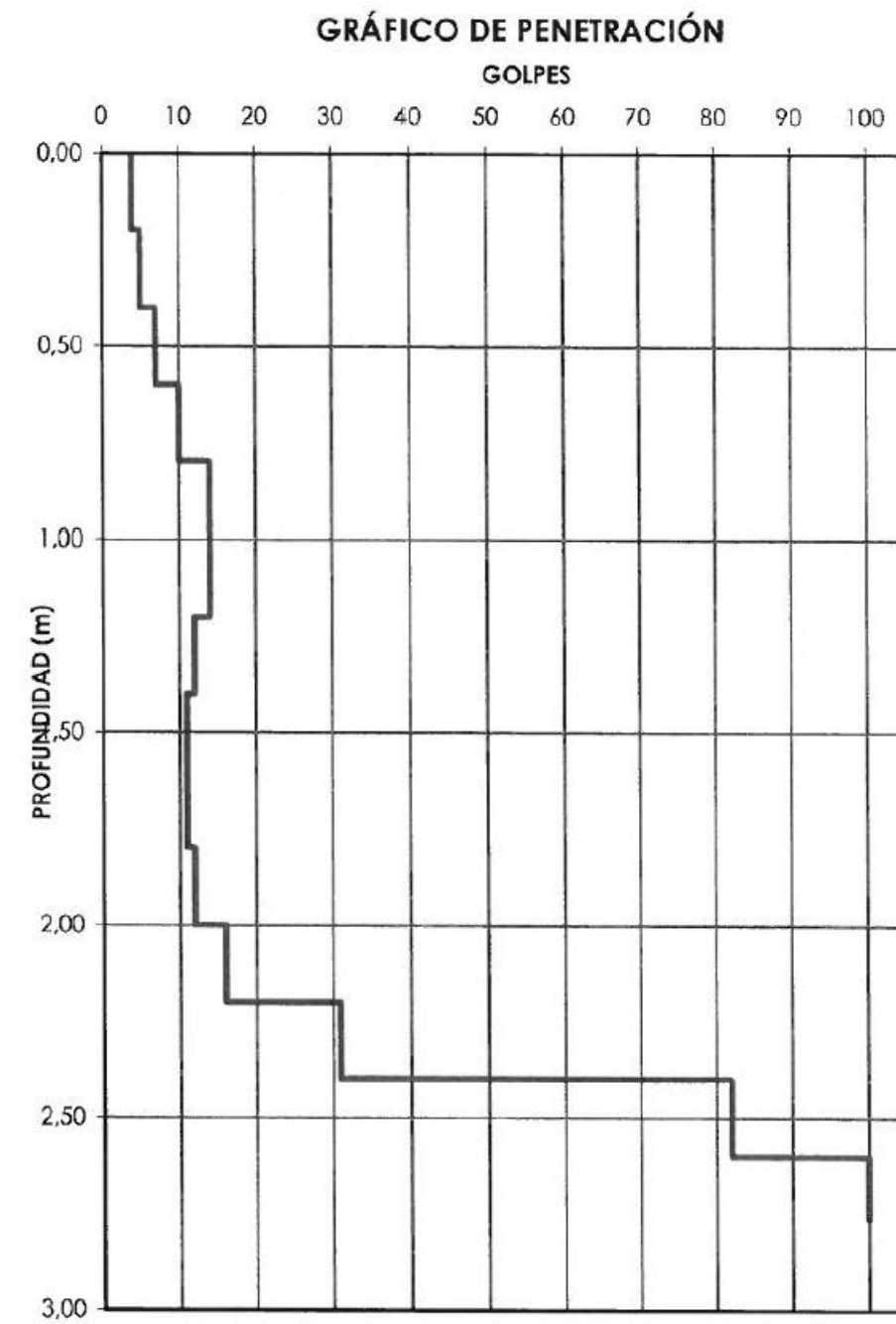


Gráfico de penetración registrado en PD-2



ANEJO Nº5

ESTUDIO SÍSMICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. APLICACIÓN DE LA NORMA

2.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

2.3. CRITERIOS DE APLICACIÓN

3. ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA

4. CONCLUSIONES

Anejo Nº5: Estudio sísmico

1. INTRODUCCIÓN

Con el presente Anejo se busca dar respuesta a la posible necesidad de evaluar los efectos de la actividad sísmica en el cálculo de las diferentes estructuras que forman parte del presente proyecto. En el caso de que este estudio indicase la necesidad de analizar el efecto de posibles sismos, esto se realizaría mediante la inclusión de ciertas acciones sísmicas en el cálculo estructural. Dicho análisis habría de hacerse tanto para la fase constructiva como para la fase en la que el paso inferior esté en servicio.

Los parámetros principales que indicarán si debemos de tener en cuenta este tipo de acciones, como así lo contempla la normativa correspondiente, son la sismicidad de la zona, es decir la predisposición de una zona para sufrir actividad de este tipo, y el valor de la aceleración sísmica.

Para la evaluación de estos parámetros y la consecuente determinación acerca de la posible aplicación o no de las acciones sísmicas se empleará la Norma de Construcción Sismorresistente Española también conocida como NCSE-02.

2. APLICACIÓN DE LA NORMA

2.1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Según se recoge en la normativa mencionada, ésta será de aplicación en los proyectos, construcción y reformas de edificaciones, así como en los casos de otro tipo de construcciones para los que no se hayan aprobado normativas sismorresistentes específicas.

2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CONSTRUCCIONES

A los efectos de esta la norma, de acuerdo con el uso a que se destinan, con los daños que puede ocasionar su destrucción e independientemente del tipo de obra de que se trate, las construcciones se clasifican según su importancia fundamentalmente en obras de importancia moderada, de importancia normal, o de importancia especial.

Las de importancia moderada son aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.

Las obras de importancia normal son las que cuya destrucción por causa de un terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

Por último, las de importancia especial son las que por su destrucción puedan interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las construcciones que así se consideren en el planeamiento urbanístico y documentos públicos análogos, así como en reglamentaciones más específicas como hospitales, monumentos o grandes obras de ingeniería.

Puesto que las obras contenidas en el presente anteproyecto constan de estructuras bajo tierra asociadas a la red vial, se engloban dentro del grupo de construcciones de importancia normal ya que su colapso no interrumpe un servicio imprescindible, pero sí de cierta importancia y con elevada pérdida económica.

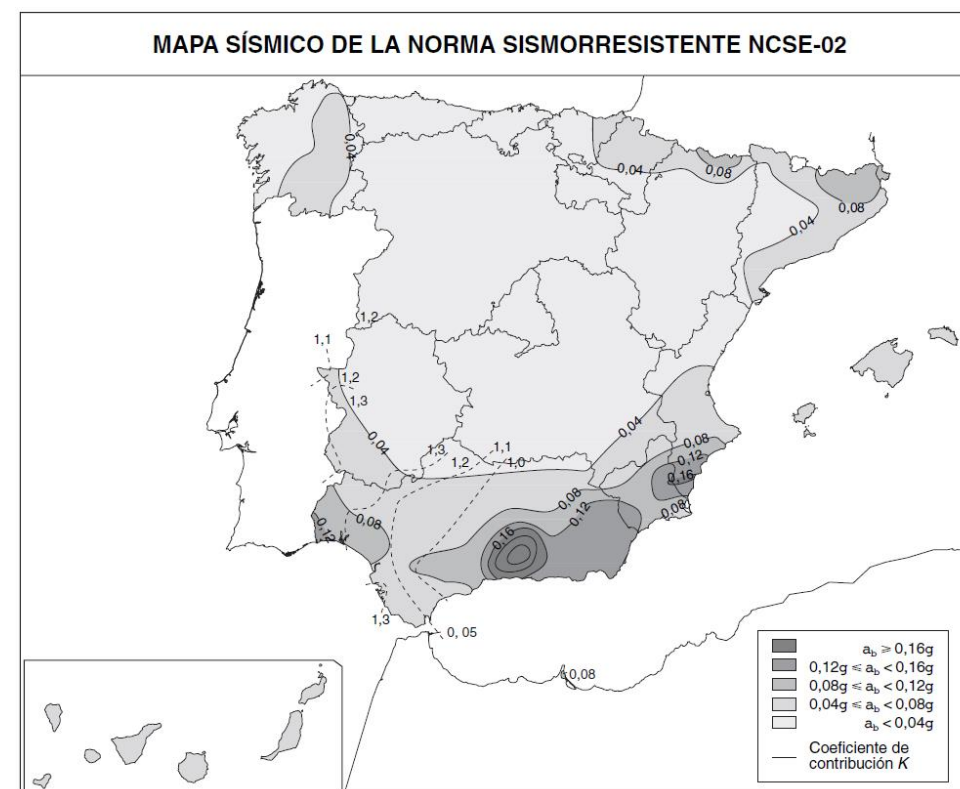
2.3. CRITERIOS DE APLICACIÓN

La aplicación de la normativa es obligatoria en los casos anteriormente mencionados salvo en los siguientes casos:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,04g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica sea inferior a 0,08g. No obstante la normativa será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo es igual o mayor de 0,08g.

3. ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA

Para la determinación de la aceleración sísmica básica se emplea el mapa contenido en la normativa NCSE-02 que determina la peligrosidad sísmica de todo el territorio Español, ofreciendo un valor de la aceleración sísmica básica y aportando también el coeficiente de contribución K, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.



Anejo Nº5: Estudio sísmico

Se puede observar que la zona de estudio se encuentra en un área donde la aceleración básica toma un valor menor de 0,04g.

4. CONCLUSIONES

Puesto que la aceleración básica no excede el valor de 0,04g y la construcción es de importancia normal, la normativa NCSE-02 indica que no es necesaria la consideración de medidas excepcionales debido a riesgo de sismo a la hora de diseñar cimentaciones y estructura.

ANEJO Nº6

ESTUDIO DE TRÁFICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE DATOS

2.1. PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

2.2. AFORO EN ENTRADAS Y SALIDAS

2.3. TRABAJO DE CAMPO

2.2. CORRELACIÓN ENTRE FUENTES DE DATOS

3. NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN ACTUAL

Anejo Nº6: Estudio de tráfico

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de tráfico del presente Anejo tiene como objetivo analizar las características generales del tráfico en la zona de estudio, de modo que, a partir de los resultados obtenidos, puedan analizarse las posibles deficiencias de la intersección actual y, en base a ellas, lograr un correcto dimensionamiento de la solución final desde la perspectiva de su funcionalidad en lo referente al tráfico.

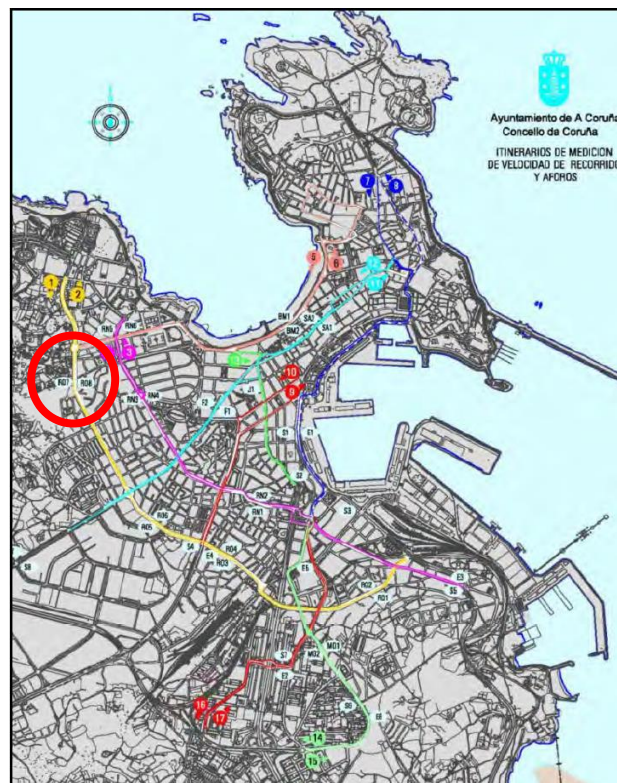
Su redacción se ha apoyado en una serie de datos proporcionados por organismos oficiales, así como en un análisis de campo simple. El objetivo es disponer de información real y lo más actualizada posible para comprender el funcionamiento de la zona de estudio. Además hay que tener en cuenta la inauguración de la Tercera Ronda, totalmente operativa desde mediados del año 2015, y de los nuevos campos de fútbol ubicados en el nuevo Parque de San Pedro de Visma. Dado el carácter académico del anteproyecto y puesto que no se dispone todavía de datos reales de los vehículos que utilizarán estos nuevos servicios, se opta por introducir, de forma razonable, un incremento del tránsito.

2. ANÁLISIS DE LAS FUENTES DE DATOS

2.1. PLAN DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE

Para una aproximación en primer término se tienen en cuenta los datos publicados en diciembre de 2013 por el Ayuntamiento de A Coruña en el Plan Movilidad Urbana Sostenible.

En el plano siguiente aparecen representadas las estaciones de aforo utilizadas en dicho informe del ayuntamiento, destacándose las relacionadas directamente con la zona de estudio:

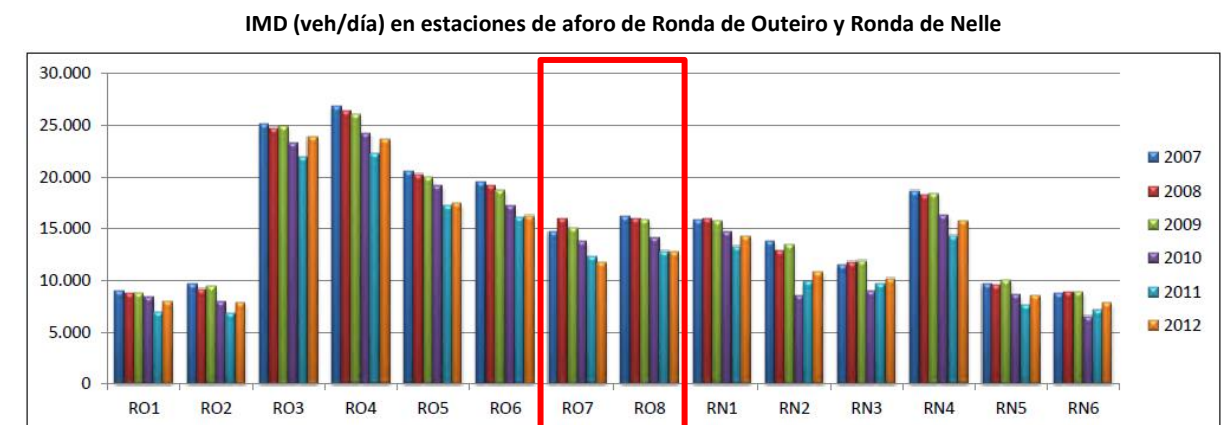


Referencia	Localización y sentido
RO7	Ronda de Outeiro-Peruleiro (hacia A. Finisterre), destino sur
RO8	Ronda de Outeiro-Peruleiro (hacia Gran Canaria), origen sur

La tendencia general a lo largo de los últimos años en la mayoría de las estaciones situadas en la Ronda de Outeiro, es de un descenso en el número de vehículos. Se observa que las estaciones de la Ronda de Outeiro más próximas a la glorieta de estudio son las que menos volumen de tráfico registran.

Sin embargo, siguen siendo unas intensidades relativamente elevadas y la apertura de las infraestructuras mencionadas provocará un notable incremento en la zona.

Según el Plan de Movilidad, en 2012 se registró una intensidad media diaria de unos 12.000 vehículos al día en la estación RO7, y de aproximadamente 14.000 vehículos diarios en la estación RO8.



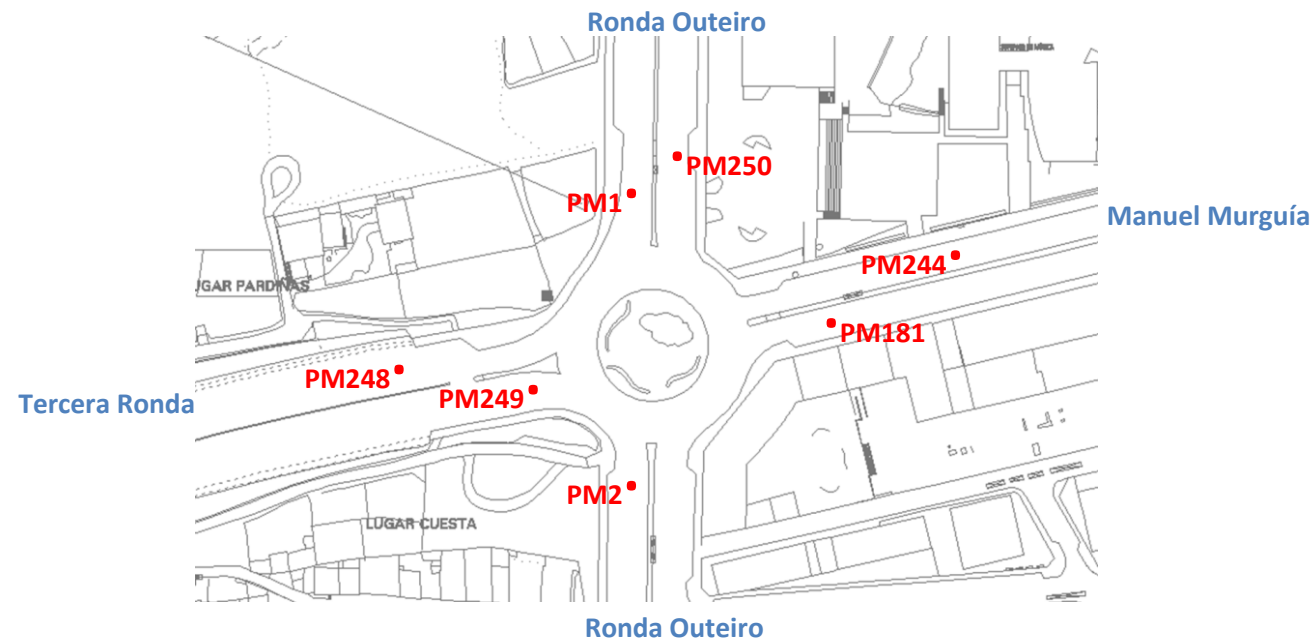
Fuente: PMUS, Ayuntamiento de A Coruña

2.2. AFORO EN ENTRADAS Y SALIDAS

Se ha dispuesto de aforos en todas las salidas y entradas a la glorieta excepto una, proporcionados por la Concejalía de Movilidad del Ayuntamiento de A Coruña. Dichos datos fueron obtenidos entre los días 12 de diciembre de 2014 y 7 de enero de 2015.

Anejo Nº6: Estudio de tráfico

Situación de estaciones de aforo



Fuente: Concejalía de Movilidad, Ayuntamiento de A Coruña

Se asume, para obtener datos de la entrada que falta, que todos los vehículos que penetran en la intersección en una hora determinada han de salir de ella en esa misma hora. Se denominará entrada Ronda de Outeiro Sur (ROS).

A partir de los datos de aforo, y con la aproximación comentada, se han calculado las intensidades horarias medias en cada dirección para la serie de días antes mencionada. Se considera que es representativa del comportamiento de la intersección. Finalmente se obtiene la IMD en este periodo de tiempo.

Intensidades horarias medias en la glorieta (veh/h)

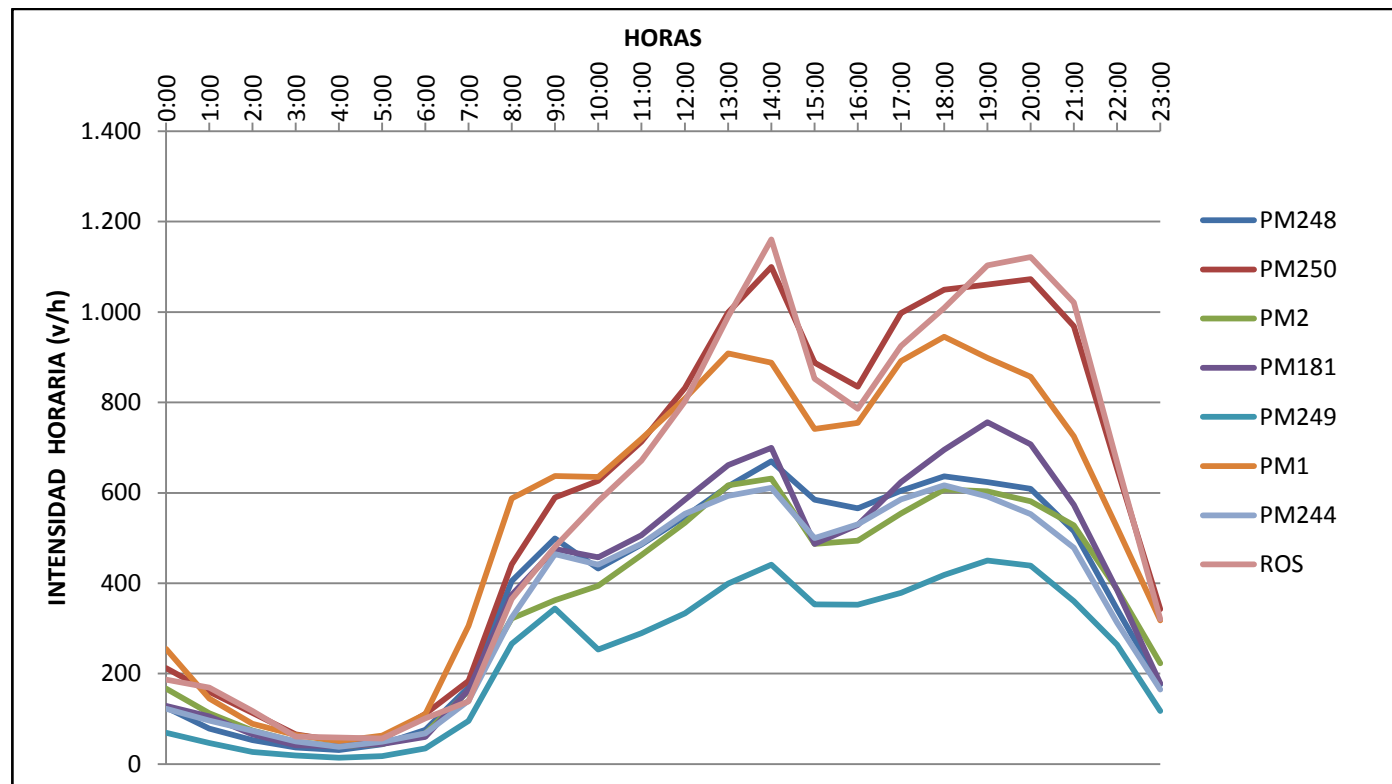
HORAS	SALIDAS				ENTRADAS			
	PM248	PM250	PM2	PM181	PM249	PM1	PM244	ROS
0:00	125	212	167	128	69	255	122	187
1:00	79	160	113	105	47	145	96	169
2:00	53	113	75	66	27	89	74	117
3:00	37	66	50	42	19	65	50	61
4:00	31	51	40	40	14	51	38	58
5:00	44	54	44	45	18	63	50	56
6:00	75	111	68	60	35	111	68	101
7:00	170	184	162	165	96	306	140	139
8:00	405	442	322	374	266	588	324	365
9:00	499	590	362	476	344	638	465	481
10:00	432	626	394	457	254	635	441	581
11:00	486	713	462	506	290	719	487	671
12:00	547	832	534	585	334	809	554	803
13:00	615	999	617	661	399	909	594	990
14:00	670	1.100	631	700	441	888	611	1.160
15:00	585	888	487	487	353	741	500	852
16:00	566	835	494	529	353	755	531	786
17:00	604	998	555	623	379	891	585	925
18:00	637	1.050	608	695	418	945	617	1.009
19:00	624	1.061	785	756	450	898	592	1.103
20:00	609	1.072	581	707	439	857	553	1.122
21:00	515	969	528	574	360	725	479	1.021
22:00	343	654	387	385	264	523	313	668
23:00	176	342	223	179	117	318	165	321
IMD (veh/día)	8.928	14.123	8.688	9.346	5.787	12.922	8.448	13.746

Fuente: Elaboración propia a partir de datos oficiales de la Concejalía de Movilidad de A Coruña

Para una mejor comprensión del cuadro anterior se ha elaborado un gráfico donde se pueda apreciar las calles que soportan un mayor tráfico.

Asimismo se distinguen las horas en que se producen las mayores concentraciones de tránsito, es decir, las horas punta en la intersección objeto de estudio.

Anejo Nº6: Estudio de tráfico



Fuente: Elaboración propia

Se aprecian claramente dos puntas de tráfico: entre las 14:00 horas y las 15:00 horas, y entre las 19:00 horas y las 20:00 horas.

Distinguiendo entre días de la semana:

		Intensidades diarias medias en la glorieta (veh/día)			
		IMD laborables	IMD sábados	IMD domingos	IMD festivos
ESTACIÓN	PM248	10.590	7.903	7.017	3.980
	PM250	16.161	13.303	10.604	9.040
	PM2	9.634	8.144	6.622	5.491
	PM181	11.123	8.423	6.397	5.032
	PM249	7.013	4.964	4.127	2.559
	PM1	14.633	12.461	10.330	7.873
	PM244	9.852	7.793	6.535	4.381
	ROS	16.010	12.554	9.647	8.730

Fuente: Elaboración propia

2.3. TRABAJO DE CAMPO

Se ha realizado un pequeño estudio de campo en la hora punta de las 14:00 horas para comprobar cuáles son los movimientos mayoritarios en la intersección.

En dos días laborables consecutivos se han contabilizado los vehículos que realizan cada giro durante 15 minutos. Se considera que este intervalo es el representativo para la intensidad horaria punta. No se ha distinguido entre vehículos pesados y ligeros, suponiendo que el porcentaje de camiones y autobuses es equivalente al de motocicletas.

		Matriz origen-destino del aforo manual (veh/h)							
		DESTINO							
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL			
ORIGEN	Sur	16 (0,55%)	316 (10,91%)	652 (22,51%)	72 (2,49%)	1056 (36,46%)			
	Este	188 (6,49%)	8 (0,28%)	144 (4,97%)	264 (9,12%)	604 (20,86%)			
	Norte	340 (11,74%)	128 (4,42%)	4 (0,14%)	172 (5,94%)	644 (22,24%)			
	Oeste	64 (2,21%)	280 (9,67%)	248 (8,56%)	0 (0,00%)	592 (20,44%)			
	TOTAL	608 (20,99%)	732 (25,28%)	1048 (36,19%)	508 (17,54%)	2896 (100%)			

Fuente: Elaboración propia

2.4. CORRELACIÓN ENTRE FUENTES DE DATOS

Los datos obtenidos de las tres diferentes fuentes son coherentes entre sí. Las IMD publicadas en el PMUS coinciden con las calculadas a partir de los datos de aforo oficiales actuales si se tienen en cuenta las tendencias de los últimos años. En la salida sur de la glorieta la intensidad del tráfico disminuye paulatinamente, mientras que en la entrada sur, se mantiene.

También los porcentajes de utilización de entradas y salidas de la glorieta son coincidentes examinando tanto los aforos oficiales como el estudio de campo.

Se observa que las entradas más utilizadas de la glorieta son las situadas en la Ronda de Outeiro. En primer lugar la situada al sur y en menor medida la situada al norte.

Las salidas que registran mayores intensidades son la norte, en la Ronda de Outeiro, y la este, en la calle Manuel Murguía.

Anejo Nº6: Estudio de tráfico

3. NIVEL DE SERVICIO DE LA INTERSECCIÓN ACTUAL

La intersección se organiza actualmente mediante una glorieta con semáforos y pasos de peatones en todos los ramales. El ciclo semafórico es el mismo y simultáneo para todos ellos por lo que se asume que, mientras dura el ciclo de verde, funciona como una glorieta simple.

Para calcular la capacidad se hace uso del conocido como Método Inglés, desarrollado por Kimber en el Reino Unido. Es reconocido por tratarse del método probablemente más afinado de los existentes, dada la larga experiencia e investigación inglesas.

Las medidas experimentales realizadas en Reino Unido indican que la relación entre la capacidad de la entrada y el flujo anular es lineal, dependiendo esta relación de la geometría de la glorieta.

La capacidad de cada ramal se puede calcular de la forma:

$$Q_e = k \cdot (F - f \cdot Q_c)$$

Donde:

Q_e = capacidad de una entrada (veh/h)

Q_c = intensidad de tráfico anular (veh/h)

k , F y f son parámetros dependientes de las características geométricas de la entrada y la glorieta, calculados mediante las siguientes expresiones:

$$S = \frac{1,6 \cdot (w - v)}{l}$$

$$x = v + \frac{w - v}{1 + 2 \cdot S}$$

$$t = 1 + \frac{0,5}{1 + e^{\left(\frac{D-60}{10}\right)}}$$

$$k = 1 - 0,00347 \cdot (\phi - 30) - 0,978 \cdot \left(\frac{1}{R} - 0,05\right)$$

$$F = 303 \cdot x$$

$$f = 0,210 \cdot t \cdot (1 + 0,2 \cdot x)$$

Con:

w = anchura de la entrada (m)

v = mitad de la anchura de la vía de aproximación (m)

l = longitud media efectiva del aboocinamiento de entrada (m)

D = diámetro del círculo inscrito (m)

ϕ = ángulo de entrada (grados)

R = radio de la entrada (m)

Una vez hallada la capacidad de las entradas se procede a calcular la demora media según la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras:

$$d = \frac{3600}{Q_e} + 900 \cdot H \cdot \left[\frac{I}{Q_e} - 1 + \sqrt{\left(\frac{I}{Q_e} - 1\right)^2 + \frac{3600 \cdot I}{450 \cdot H}} \right] + 5$$

Donde:

I = intensidad de tráfico en el acceso (veh/h)

H = periodo de tiempo analizado (horas)

Q_e = tráfico de entrada en el ramal analizado (veh/h)

De acuerdo con dicha publicación se establecen los siguientes baremos para hallar el nivel de servicio:

NIVEL DE SERVICIO	d
A	≤10
B	>10-15
C	>15-25
D	>25-35
E	>35-60
F	>60

Anejo Nº6: Estudio de tráfico

Para realizar los cálculos anteriores es necesario partir de la matriz de origen-destino para estimar los vehículos circulantes por cada ramal y por la calzada anular.

Partiendo de las intensidades obtenidas de los datos de la Concejalía de Movilidad, se toma como referencia, como es habitual en carreteras urbanas, la intensidad de la hora 100, es decir, la intensidad que se supera en la intersección 100 horas al año. Se supone a tal efecto que los datos de que se dispone son representativos de un año natural. Se aplica un factor de hora punta para tener en cuenta el cuarto de hora más cargado. Se utilizarán los porcentajes de movimientos obtenidos en el trabajo de campo.

Por ser los datos disponibles anteriores a las aperturas de tanto la Tercera Ronda como de los próximos campos de fútbol del Parque de San Pedro de Visma, y dado el carácter académico del presente anteproyecto, se realizarán una serie de suposiciones para tener en cuenta estos hechos.

Debido a la apertura de la nueva ronda:

- Incremento del tráfico entrante por la Tercera Ronda de un 150%.
- Incremento de los vehículos que realizan el movimiento este-oeste en un 20%.
- Aumento de los vehículos que realizan el movimiento sur-oeste en un 20%.
- Aumento del tráfico circulante en el movimiento norte-oeste en un 10%.
- Desvío por la Tercera Ronda de un 20% del tráfico circulando en el movimiento norte-sur.
- Desvío por la Tercera Ronda de un 20% del tráfico que circula de este a sur.

Debido a los campos de fútbol al norte de la intersección:

- Incremento de los vehículos que realizan el movimiento oeste-norte en un 5%.
- Aumento de los vehículos que circulan de sur a norte en un 5%.
- Aumento del tráfico que realiza el movimiento este-norte en un 5%.
- Incremento del tráfico entrante por el ramal norte en un 5%.

En la glorieta, el movimiento sur-este, es decir, Ronda de Outeiro-Manuel Murguía, cuenta con un carril de giro directo a la derecha, por lo que no se tiene en cuenta para el cálculo de la capacidad.

Matriz origen-destino ajustada para la glorieta actual en la actualidad (veh/h)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	19	-	797	101	916
	Este	190	10	191	448	839
	Norte	434	204	6	404	1049
	Oeste	139	608	549	0	1296
	TOTAL	782	822	1544	953	4100

Se tiene en cuenta como año horizonte de proyecto el año 2035, suponiendo 20 años a partir de la realización del estudio. Para la prognosis del tráfico se asume un incremento constante del 1% los 10 primeros años y un crecimiento del 0.5% para cada uno de los 10 años siguientes.

$$I_{2035} = I_{2015} \cdot 1,01^{10} \cdot 1,005^{10}$$

Matriz origen-destino ajustada para la glorieta actual en el año 2035 (veh/h)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	22	-	925	117	1064
	Este	221	12	222	520	974
	Norte	504	237	7	469	1218
	Oeste	161	706	638	0	1505
	TOTAL	908	955	1792	1106	4761

Teniendo en cuenta los métodos expuestos y las matrices de origen-destino para la glorieta actual se obtienen los siguientes valores y finalmente los niveles de servicio para el año actual y para el año horizonte:

Parámetros geométricos de la glorieta actual

		w	v	l	φ	R	D	S	x	t	k	F	f
RAMAL	Sur	6,56	6,56	3,92	66,83	25,00	57,00	0,0000	6,5600	1,2872	0,8820	1987,6800	0,6250
	Este	7,64	6,33	1,40	70,77	3,25	57,00	1,4971	6,6580	1,2872	0,6065	2017,3645	0,6303
	Norte	13,73	9,00	6,31	57,09	57,00	57,00	1,1994	10,3917	1,2872	0,9377	3148,6837	0,8321
	Oeste	7,00	7,00	3,44	52,80	18,50	57,00	0,0000	7,0000	1,2872	0,9169	2121,0000	0,6488

Anejo Nº6: Estudio de tráfico

Nivel de servicio de la glorieta actual en el año 2015

		Qc	Qe	H	I	d	NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	1378	994	0,25	916	33,660	D
	Este	1472	661	0,25	839	153,347	F
	Norte	815	2317	0,25	1049	7,833	A
	Oeste	911	1403	0,25	1296	27,341	D

Nivel de servicio de la glorieta actual en el año 2035

		Qc	Qe	H	I	d	NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	1600	871	0,25	1064	127,795	F
	Este	1709	570	0,25	974	344,427	F
	Norte	891	2258	0,25	1218	8,447	A
	Oeste	1003	1348	0,25	1505	78,846	F

Hay que mencionar que no se ha tenido en cuenta la influencia de los semáforos ni de los pasos de peatones, situados en todos los ramales. El efecto de ambos sobre la circulación es importante por lo que su omisión dará lugar a situaciones más favorables que las reales.

ANEJO Nº7

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN

2.1. LOCALIZACIÓN Y RELEVANCIA

2.2. TRÁFICO

2.3. PLANEAMIENTO URBANO

3. OBJETIVOS

4. CRITERIOS DE DISEÑO

4.1. TRAZADO EN ALZADO

4.2. SECCIÓN TRANSVERSAL

4.3. CIRCULACIÓN DE LOS PEATONES

4.4. ZONAS DE APARCAMIENTO

5. PROPUESTA Y DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

5.1. ALTERNATIVA 1

5.2. ALTERNATIVA 2

5.3. ALTERNATIVA 3

6. VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

6.1. TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD

6.2. COSTE ECONÓMICO

6.3. IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL

7. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA

APÉNDICES

1. PLANEAMIENTO URBANO

2. ESTUDIO DE TRÁFICO

3. PLANOS

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo, se expondrá la situación actual en la intersección objeto del anteproyecto. Asimismo, se explicarán, valorarán y justificarán las diferentes alternativas, que buscarán solucionar la problemática existente en dicha zona.

Teniendo en cuenta diferentes condicionantes y criterios se seleccionará finalmente la alternativa que más se adapte a las necesidades existentes, optimizando la circulación del tráfico sin perjuicio de otras actividades.

2. ANÁLISIS DE LA INTERSECCIÓN

2.1. LOCALIZACIÓN Y RELEVANCIA

La Ronda de Outeiro y la calle Manuel Murguía están consideradas como unas de las principales vías distribuidoras de tráfico en A Coruña. Asimismo, la Tercera Ronda se convertirá en una de las entradas básicas de la ciudad.

Estas vías confluyen en una intersección regulada mediante una glorieta y semáforos en todas las entradas y salidas. Es una glorieta reconocible por gran parte de la población coruñesa por su figura vegetal, por lo que se la conoce como la “Rotonda del Pavo Real”.

Al norte de la confluencia se encuentra el barrio residencial de Los Rosales, mientras que al sureste se extiende el barrio de Agra del Orzán, el más densamente poblado del municipio. En las inmediaciones cabe destacar la presencia del Estadio de Fútbol de Riazor, el IES Rafael Dieste y el Centro Comercial Los Rosales, y en un futuro próximo los campos de fútbol del Parque de San Pedro de Visma.

Hay que tener en cuenta que en la actual glorieta desemboca la Tercera Ronda, que concentra el tráfico proveniente o saliente hacia los polígonos industriales de A Grela y Pocomaco, así como el del Centro Comercial Marineda City.

Este vial está operativo desde mediados del año 2015. Permite comunicar la zona centro de la ciudad y ciertos barrios de la periferia con el Aeropuerto de A Coruña y las autovías A-6 y AG-55.

La Ronda de Outeiro atraviesa 4 de los distritos más poblados (desde la Avenida de San Roque de afuera, a la altura del obelisco Millenium, hasta la Avenida del Ejército), dando servicio a numerosos barrios.

La calle Manuel Murguía permite conectar la intersección con los barrios del centro de A Coruña y las playas de Riazor y Orzán.

Por los motivos expuestos, la intensidad de vehículos a lo largo de estas vías es una de las más elevadas de la ciudad, lo que se agudiza en las horas punta del día.

Por su caracterización urbana, esto supone un factor condicionante para la calidad del flujo de circulación en la zona, viéndose el tránsito de los vehículos influenciado también por el de los peatones, especialmente a las horas de entrada y salida del Instituto Rafael Dieste.

Jerarquización del viario de la ciudad



Fuente: PMUS, Ayuntamiento de A Coruña

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

2.2. TRÁFICO

Como se recoge en el Anejo de Estudio de Tráfico, este se ha apoyado en una serie de datos proporcionados por organismos oficiales, así como en un análisis de campo simple. El objetivo es disponer de información real y lo más actualizada posible para comprender el funcionamiento de la zona de estudio. Además hay que tener en cuenta la inauguración de la Tercera Ronda, totalmente operativa desde mediados del año 2015, y de los nuevos campos de fútbol ubicados en el nuevo Parque de San Pedro de Visma. Dado el carácter académico del anteproyecto y puesto que no se dispone todavía de datos reales de los vehículos que utilizarán estos nuevos servicios, se opta por introducir, de forma razonable, un incremento del tránsito.

Se ha realizado el análisis del tráfico de la glorieta actual haciendo uso del Método Inglés, desarrollado por Kimber en Reino Unido, y de la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras del año 2000. Así se ha llegado a la conclusión de que en la entrada este, ubicada en Manuel Murguía, se sobrepasará la capacidad de la glorieta en las horas punta, con un nivel de servicio F.

Nivel de servicio de la glorieta actual en el año 2015

		NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	D
	Este	F
	Norte	A
	Oeste	D

Fuente: Elaboración propia

Suponiendo que aumente la carga de tráfico en la intersección en los próximos años debido a la recuperación del nivel de vida anterior a la crisis económica, y que continúe el crecimiento, este problema se agravará, y los niveles de servicio empeorarán aún más. Se puede calcular que para el año 2035, tres de las cuatro entradas superarán su capacidad, con un nivel de servicio F, lo que implica que se producirán retenciones considerables.

Nivel de servicio de la glorieta actual en el año 2035

		NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	F
	Este	F
	Norte	A
	Oeste	F

Fuente: Elaboración propia

Hay que mencionar que no se ha tenido en cuenta la influencia de los semáforos ni de los pasos de peatones, situados en todos los ramales. El efecto de ambos sobre la circulación es importante por lo que su omisión dará lugar a situaciones más favorables que las reales.

2.3. PLANEAMIENTO URBANO

Según el Plan general de Ordenación Municipal del Ayuntamiento de A Coruña, la actuación tendrá lugar sobre espacio reservado para viario urbano, lo que no supone ningún cambio ni aprovechamiento indebido de dicho espacio, como se puede observar en el plano adjunto en el Apéndice correspondiente.

Existe en las inmediaciones un área clasificada como espacio libre que no limita las actuaciones.

No existe cerca ninguna zona de exclusión o protección que nos prohibiese realizar algún tipo concreto de actividades.

Puede consultarse este punto en el plano adjunto en el Apéndice de Planeamiento Urbano.

3. OBJETIVOS

Los principales objetivos a cumplir por este anteproyecto son los relacionados con la mejora de las condiciones de circulación de los vehículos automóviles, respetando en todo momento las necesidades de los peatones.

No se deben olvidar los objetivos relacionados con el medio ambiente y la sociedad. Actualmente existe en el islote de la glorieta la comentada escultura vegetal que representa un pavo real. Dicha escultura se ha convertido en un icono de A Coruña. Hay que valorar también la presencia del IES Rafael Dieste en una de las esquinas de la intersección.

Los objetivos a cumplir en cuanto a la organización de la confluencia:

- Eliminar las congestiones que se producen en la intersección.
- Agilizar los movimientos de los vehículos, reduciendo tiempos de espera en el cruce.
- Respetar la movilidad de los peatones.

Los objetivos a cumplir en materia ambiental y social serían:

- Maximizar la integración de la obra en el entorno.
- Respetar la calidad del espacio urbano.
- Respetar los símbolos de la ciudad.
- Mantener unos bajos los niveles de contaminación acústica.

4. CRITERIOS DE DISEÑO

Existen una serie de limitaciones que deberán ser respetadas, independientemente de la solución elegida. Para la elección de las alternativas se han tenido en cuenta tanto las limitaciones como las recomendaciones de los siguientes documentos:

- “Trazado. Norma 3.1-IC. Instrucción de carreteras” Ministerio de Fomento, 1999
- “Carreteras Urbanas. Recomendaciones para su Planeamiento y Proyecto” MOPT, 1993
- “Instrucción de vía pública” Ayuntamiento de Madrid, 2000
- “Guía de nudos viarios” Ministerio de Fomento, 2012
- “Recomendaciones sobre glorietas” Dirección General de Carreteras. MOPU, 1989
- “Obras de Paso de Nueva Construcción” Ministerio de Fomento, 2000

4.1. TRAZADO EN ALZADO

Se adopta como velocidad de proyecto 40 km/h por lo que según la norma 3.1-IC se debe tener en cuenta que:

- La inclinación máxima de la rasante sería del 7% o, en casos excepcionales, del 10%.
- La inclinación mínima de la rasante será del 0,5% o, en casos excepcionales, del 0,2%.
- El parámetro de acuerdo Kv mínimo para acuerdos convexos es de 303 metros y para acuerdos cóncavos de 568 metros.

4.2. SECCIÓN TRANSVERSAL

Según la normativa 3.1-IC de trazado del Ministerio de Fomento:

- En túneles la altura libre no será inferior a 5 metros en ningún punto de la plataforma ni en las zonas accesibles a los vehículos.
- La altura libre mínima bajo pasos superiores sobre cualquier punto de la plataforma no será inferior a 5 metros en carreteras urbanas.
- La calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del 2%.
- La anchura mínima de la mediana para casos excepcionales como son estructuras singulares podrá ser de 1 metro.
- En carreteras con velocidad de proyecto de 40 km/h, la anchura mínima de un carril será de 3 metros si su IMD es inferior a 2000 vehículos o de 3,5 metros si su IMD es superior a 2000 vehículos.
- En carreteras con velocidad de proyecto de 40 km/h, la anchura mínima de los arcenes será de 0,5 metros.

Sin perjuicio de lo comentado anteriormente, la misma norma 3.1-IC, en el apartado referente a su ámbito de aplicación matiza que:

“En proyectos de carreteras urbanas, de carreteras de montaña y de carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o acusada fragilidad y de mejoras locales en carreteras existentes, podrán disminuirse las características exigidas en la presente Norma justificándose adecuadamente”.

4.3. CIRCULACIÓN DE LOS PEATONES

En lo relativo a la circulación de los peatones, la Instrucción de vía pública publicada por el Ayuntamiento de Madrid indica que:

“En suelo urbano, cuando se trate de planes o proyectos de remodelación o adaptación del viario existente, la anchura mínima de una de las aceras podrá reducirse a 2 m, manteniéndose la otra en un mínimo de 2,50”.

“A partir de 12 metros de longitud se recomienda la creación de isletas o medianas refugio en los pasos de peatones, considerándose obligatorio a partir de los 14 metros. Los refugios para el cruce de peatones tendrán una anchura mínima de 1,2 metros y recomendable de 2 metros”.

4.4. ZONAS DE APARCAMIENTO

En cuanto a las zonas destinadas a aparcamiento esta última normativa recoge también que la anchura mínima para estacionamiento en línea en viario urbano será de 2 metros.

5. PROPUESTA Y DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

En la actualidad, la intersección se organiza mediante una glorieta con control semafórico para permitir el cruce de los peatones.

Para cumplir los objetivos expuestos en el punto 3 del presente Anejo, se pretende reorganizar la confluencia mediante pasos a distinto nivel para vehículos, manteniendo siempre la glorieta en superficie permitiendo la distribución del tráfico en las otras direcciones.

De este modo se segrega el tráfico circulante en varios ejes, mejorando cualitativamente la fluidez de todos los movimientos.

5.1 ALTERNATIVA 1

Se propone desviar el tráfico circulante a lo largo de la Ronda de Outeiro, mediante la creación de un paso inferior.

La sección tipo del paso consta de 4 carriles de 3,2 metros (dos por sentido de circulación), una mediana de 1 metro, (constituida por barrera de hormigón y arcenes de 0,22 metros) y arcenes exteriores de 0,2 metros.

Paralelamente, en superficie se dispondría un único carril por sentido que sería, como mínimo, de 3 metros. Se permite el aparcamiento de vehículos en la zona este, la más próxima a los edificios.

Se podría contar con una dársena para autobuses en el lado oeste, de modo que su parada no bloqueara la circulación. En el lado este no se considera debido a la falta de espacio suficiente por la presencia del IES Rafael Dieste.

Se propone una glorieta con islote de 32 metros de diámetro y con calzada anular de 2 carriles, que contaría con un tercero en los movimientos sur-este (de Ronda de Outeiro a Manuel Murguía) y norte-oeste (de Ronda de Outeiro a Tercera Ronda) para posibilitar giros directos a la derecha.

Ya que los peatones solamente tendrían que cruzar un carril, existiría la posibilidad de eliminar los semáforos en esta vía o sustituirlos por semáforos accionables manualmente. Se propone la creación de una mediana refugio para peatones de aproximadamente 6,5 metros de ancho.

5.2. ALTERNATIVA 2

Se propone desviar el tráfico circulante a lo largo de la Ronda de Outeiro, mediante la creación de un paso inferior.

La sección tipo del paso consta de 2 carriles de 3,5 metros (uno por sentido de circulación), una mediana de 1 metro, (constituida por barrera de hormigón y arcenes de 0,22 metros) y arcenes exteriores de 0,2 metros.

En superficie se dispondría de 2 carriles por sentido que serían, como mínimo, de 3 metros. Se permite el aparcamiento de vehículos en la zona este, la más próxima a los edificios. En este caso no es necesario contar con una dársena para autobuses.

Se propone una glorieta con islote de 32 metros de diámetro y con calzada anular de 2 carriles, que contaría con un carril de giro directo a la derecha en todas las entradas.

En este caso, se recomienda la instalación de semáforos accionados por pulsador en los pasos de peatones de Ronda de Outeiro por la necesidad de cruzar dos carriles y encontrarse la intersección en las inmediaciones de una zona escolar. Las medianas refugio serían también de 6,5 metros.

5.3. ALTERNATIVA 3

Se propone desviar el tráfico circulante a lo largo de la Ronda de Outeiro mediante la creación de un paso inferior y el tráfico circulante entre la Tercera Ronda y Manuel Murguía mediante un paso superior

Las secciones tipo tanto del paso inferior como del viaducto constan de 2 carriles de 3,5 metros (uno por sentido de circulación), una mediana de 1 metro, (constituida por barrera de hormigón y arcenes de 0,22 metros) y arcenes exteriores.

Los carriles en superficie serían, como mínimo, de 3 metros en Ronda de Outeiro y Manuel Murguía y de 3,25 metros en la Tercera Ronda.

Se propone una glorieta con islote de 32 metros de diámetro y con calzada anular de 2 carriles, que, en este caso, contaría con un tercero para posibilitar giros directos a la derecha en todas las entradas salvo en la sur.

Por las razones mencionadas para la alternativa 2, en este caso se recomienda la instalación de semáforos de accionamiento manual en todos los pasos de peatones de la intersección.

Las medianas refugio para peatones ubicadas en Ronda de Outeiro serían de 6,5 metros de ancho y las de la Tercera Ronda y Manuel Murguía podrían llegar a los 10 metros.

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

6. VALORACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se valorarán las alternativas de actuación comentadas de acuerdo a tres factores que se consideran fundamentales: tráfico y funcionalidad, coste económico e impacto social y ambiental.

Para cada aspecto, se asignan objetivamente puntuaciones con una nota máxima de 10 puntos de modo que permitan la valoración y comparación entre alternativas.

6.1 TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD

En el Apéndice 2 del presente Anejo, relativo al Estudio de Tráfico, se recogen los cálculos necesarios para estimar los niveles de servicio de los distintos ejes de cada alternativa.

Para el estimar la capacidad de la glorieta se utiliza el Método Inglés, desarrollado por Kimber en Reino Unido, y para calcular los niveles de servicio, la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras del año 2000.

En el análisis del tráfico de los pasos a distinto nivel se emplean métodos ampliamente aceptados recogidos en el Highway Capacity Manual 2010.

Se tiene en cuenta como año horizonte de proyecto el año 2035, suponiendo 20 años a partir de la realización del estudio. Para la prognosis del tráfico se asume un incremento constante del 1% los 10 primeros años y un crecimiento del 0.5% para cada uno de los 10 años siguientes.

$$I_{2035} = I_{2015} \cdot 1,01^{10} \cdot 1,005^{10}$$

A continuación se presenta un cuadro resumen de los resultados obtenidos para el cuarto de hora más cargado de la hora de proyecto, particularizados para cada reorganización propuesta de la intersección, haciendo las comparaciones oportunas con el estado actual:

Cuadro resumen de la eficacia de las alternativas

ALTERNATIVAS		NIVEL DE SERVICIO DE LAS ENTRADAS A LA GLORIETA								NIVEL DE SERVICIO DE LOS PASOS A DISTINTO NIVEL							
		ACTUAL				AÑO 2035				ACTUAL				AÑO 2035			
		S	E	N	O	S	E	N	O	S-N	N-S	O-E	E-O	S-N	N-S	O-E	E-O
	Estado actual	D	F	A	D	F	F	A	F	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alternativa 1	C	B	B	B	E	B	B	C	B	A	-	-	C	A	-	-
	Alternativa 2	B	B	A	B	B	B	A	B	D	C	-	-	E	C	-	-
	Alternativa 3	B	B	A	B	B	B	A	C	D	C	D	C	E	C	D	D

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor comprensión se recogen ahora los niveles de servicio de cada eje, es decir, glorieta y pasos a distinto nivel:

Cuadro resumen de la eficacia de las alternativas

ALTERNATIVAS		NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA		NIVEL DE SERVICIO DE LOS PASOS A DISTINTO NIVEL			
				N-S / S-N		O-E / E-O	
		ACTUAL	AÑO 2035	ACTUAL	AÑO 2035	ACTUAL	AÑO 2035
	Estado actual	E	F	-	-	-	-
	Alternativa 1	B	C	B	B	-	-
	Alternativa 2	B	B	D	D	-	-
	Alternativa 3	B	B	D	D	D	D

Fuente: Elaboración propia

En general, el comportamiento de las glorietas de las distintas alternativas es excelente. Únicamente no sería aceptable la situación de la entrada sur de la alternativa 1, que en el año horizonte alcanzaría un nivel de servicio E.

En relación al tráfico en superficie, se hace hincapié en que en la primera solución propuesta, la parada de autobús del lado este bloquearía el tráfico circulante.

En cuanto a los pasos a distinto nivel, la alternativa 1 es la que ofrece los mejores resultados. Tanto la alternativa 2 como la alternativa 3 podrán llegar a alcanzar un nivel de servicio E en el sentido sur-norte. El paso superior de la última propuesta, que comunica la Tercera Ronda y Manuel Murguía, tendría teóricamente un nivel de servicio D en el año horizonte.

En las tres alternativas se puede llegar a un nivel de servicio E en algún punto en el cuarto de hora más cargado de la hora de proyecto.

Como se ha mencionado anteriormente, hay que señalar que no se ha tenido en cuenta en los cálculos la influencia de los pasos de peatones ni de la señalización semafórica, por lo que las condiciones de movilidad reales en la glorieta pueden ser más desfavorables que las calculadas.

En base a lo expuesto se decide otorgar las siguientes puntuaciones en lo referente al tráfico y funcionalidad:

ALTERNATIVAS	TRÁFICO Y FUNCIONALIDAD
Alternativa 1	7
Alternativa 2	6
Alternativa 3	8

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

6.2 COSTE ECONÓMICO

Se estima de forma objetiva el coste de las actuaciones teniendo en cuenta el valor de las estructuras o, en su caso, de las excavaciones, ya que gran parte del presupuesto irá destinado a estas cuestiones. Los costes de pavimentos, aceras, medianas y otros elementos secundarios se estiman similares para las distintas alternativas.

Para ello se asignan unos precios unitarios estándar a cada unidad de obra y se multiplicarán por sus correspondientes áreas y volúmenes aproximados para estimar presupuestos de ejecución.

Precio unitario de las unidades de obra básicas

UNIDAD DE OBRA		PRECIO UNITARIO
Excavaciones		70 €/m ³
Estructuras	Paso inferior dos carriles	1150 €/m ²
	Paso inferior cuatro carriles	1000 €/m ²
	Paso superior	870 €/m ²

Fuente: ajuste por inflación de datos de la revista DGT, noviembre-diciembre año 2000

Coste económico de las unidades de obra básicas

		MEDICIÓN			COSTE
		Excavaciones (m ³)	Paso inferior (m ²)	Paso superior (m ²)	(€)
ALTERNATIVAS	Alternativa 1	17.500	3.900	-	5.125.000
	Alternativa 2	10.260	2.400	-	3.478.200
	Alternativa 3	10.260	2.400	2.450	5.609.700

Fuente: Elaboración propia

Considerando que para estas unidades de obra un coste de 10 millones de euros tiene una nota de 0 puntos y que un coste nulo recibe una nota de 10 puntos, se otorgan las siguientes puntuaciones en lo referente al coste económico:

ALTERNATIVAS	COSTE ECONÓMICO
Alternativa 1	4,9
Alternativa 2	6,5
Alternativa 3	4,4

6.3 IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL

A continuación se valora la relación entre el medio ambiente y las infraestructuras propuestas. A estos efectos computan el volumen de excavaciones que será necesario trasladar a vertedero y la contaminación acústica derivada de las actuaciones, así como la afección visual y estética.

La alternativa 1 y la alternativa 2 requieren la acumulación de todo el material excavado en un vertedero, mientras que parte del volumen excavado para la alternativa 3 se puede emplear en los estribos del paso superior.

Las actuaciones que simplemente conllevan un paso inferior mejoran la calidad acústica de la zona y permiten disponer en superficie de un espacio libre y diáfano.

La construcción de un viaducto no es recomendable en entornos urbanos debido a la afectación de las viviendas colindantes salvo en casos concretos. Al mismo tiempo tiene consecuencias negativas para la escultura del pavo real, pudiendo impedir que se resitúe en su emplazamiento actual una vez concluidas las obras.

En base a lo expuesto se decide otorgar las siguientes puntuaciones en lo referente al coste económico:

ALTERNATIVAS	IMPACTO SOCIAL Y AMBIENTAL
Alternativa 1	8
Alternativa 2	9
Alternativa 3	4

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

7. ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA ÓPTIMA

Para proceder a la elección de la mejor alternativa se ponderan las anteriores valoraciones respecto a los distintos criterios.

Dado que el principal objetivo de las actuaciones es resolver los problemas de congestión de la intersección, al criterio relativo a tráfico y funcionalidad se le otorga un peso del 50%.

Debido a la importancia de la cuestión económica, especialmente en la situación actual de la economía y la falta de fondos para desarrollar infraestructuras, el factor del coste tiene un peso del 30%.

Al aspecto social y ambiental se le otorga un porcentaje de ponderación del 20%.

		PESO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
CRITERIOS	Tráfico y funcionalidad	0,5	7	6	8
	Coste económico	0,3	4,9	6,5	4,4
	Impacto social y ambiental	0,2	8	9	4
	PUNTUACIÓN		6,6	6,8	6,1

Por lo expuesto, la alternativa óptima a escoger será la **alternativa 2**, con una nota de 6,8 puntos.

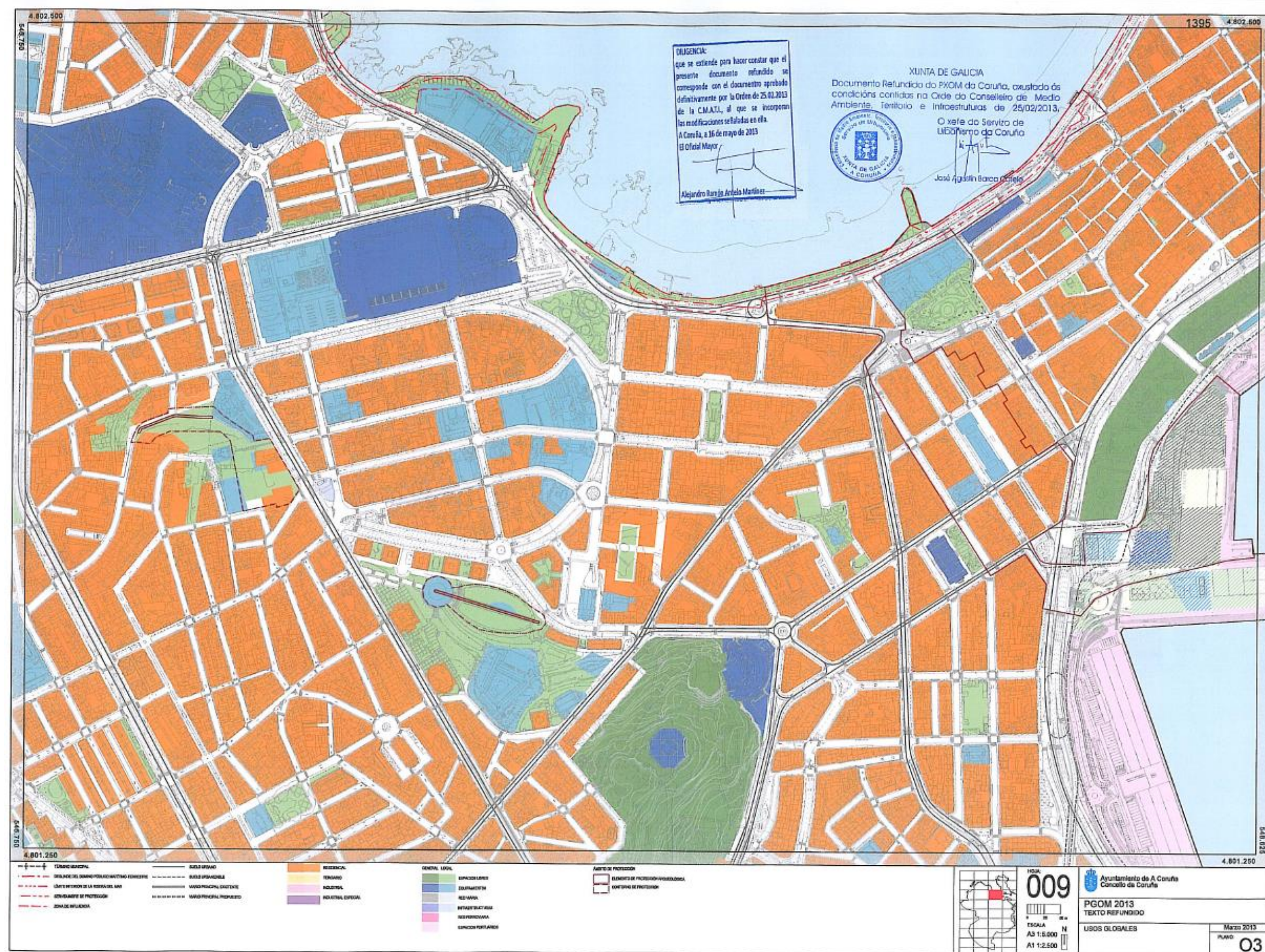
APÉNDICE 1

PLANEAMIENTO URBANO

1. USOS DEL SUELO

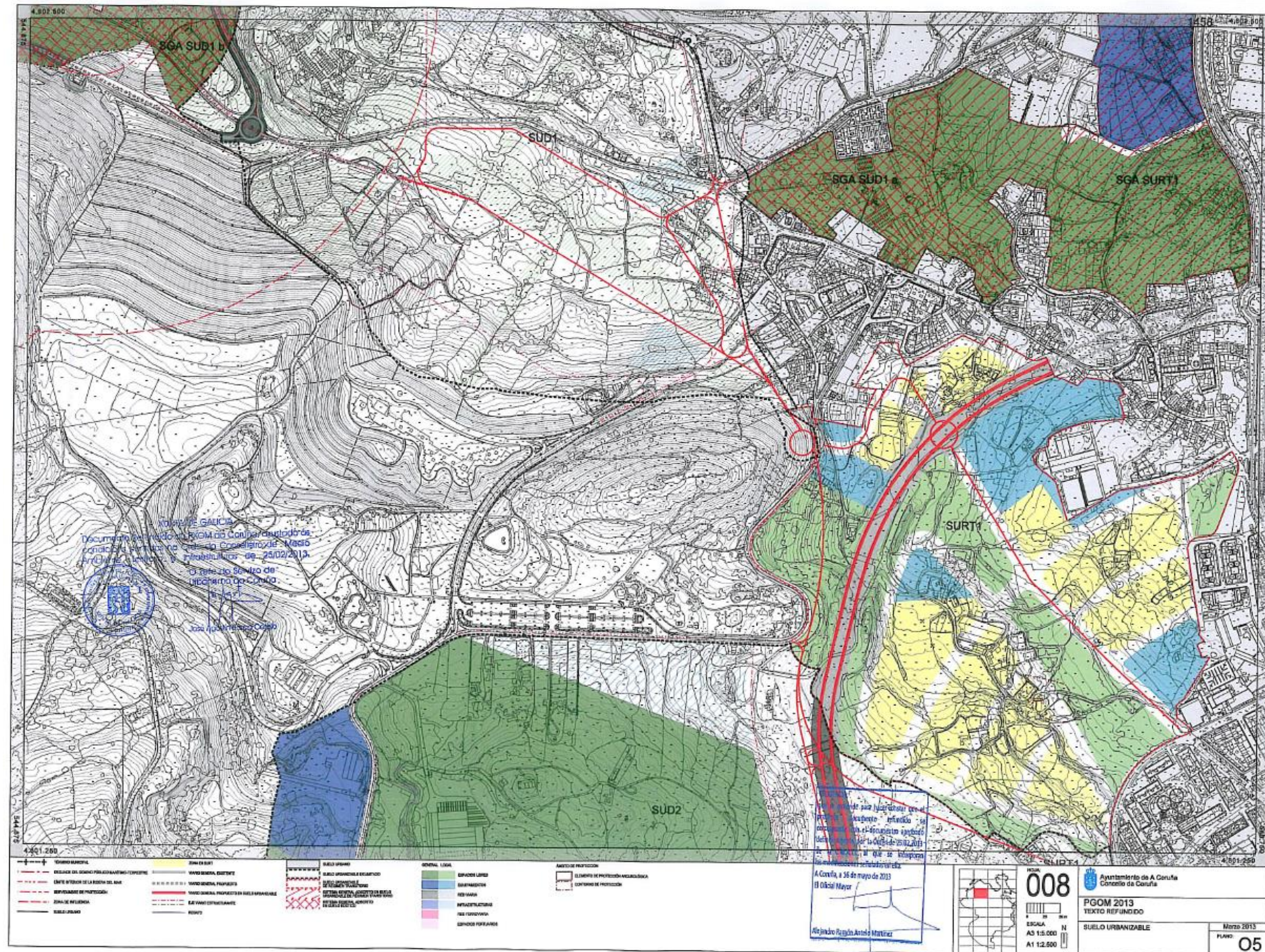


Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

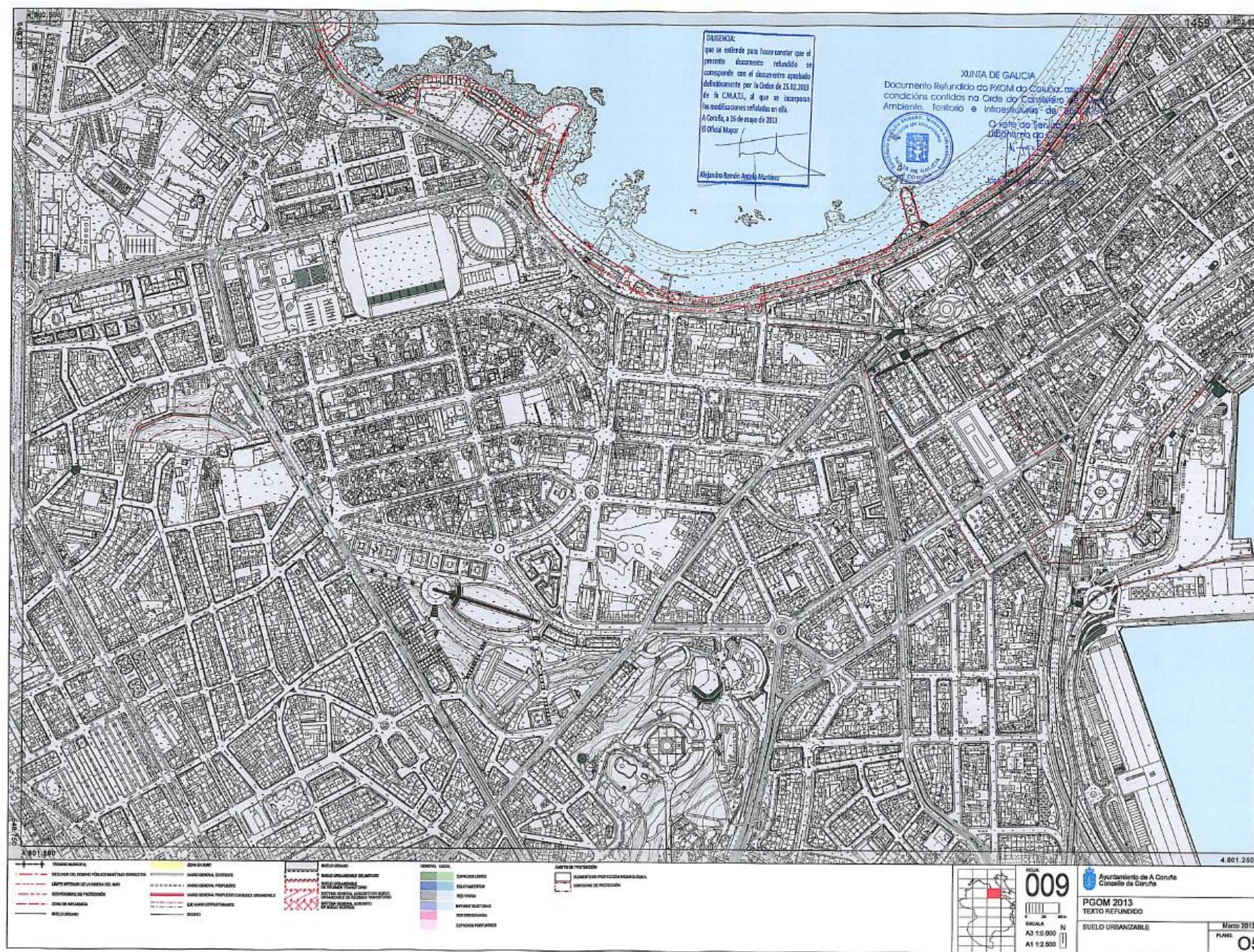


Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

2. SUELO URBANIZABLE



Anejo N°7: Estudio y análisis de alternativas



APÉNDICE 2

ESTUDIO DE TRÁFICO

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

Tal y como se recoge en el Anejo de Estudio de Tráfico, el estudio del presente Apéndice se ha apoyado en una serie de datos proporcionados por organismos oficiales, así como en un análisis de campo simple. El objetivo es disponer de información real y lo más actualizada posible para comprender el funcionamiento de la zona de estudio. Además hay que tener en cuenta la inauguración de la Tercera Ronda, totalmente operativa desde mediados del año 2015, y de los nuevos campos de fútbol ubicados en el nuevo Parque de San Pedro de Visma. Dado el carácter académico del anteproyecto y puesto que no se dispone todavía de datos reales de los vehículos que utilizarán estos nuevos servicios, se ha optado por introducir, de forma razonable, un incremento del tránsito.

A continuación se desarrollan los métodos necesarios para predecir el nivel de servicio de las distintas alternativas propuestas, permitiendo así la comparación con la situación actual, cuyo estado se ha evaluado en el Anejo de Estudio de tráfico, y la comparación entre alternativas; de modo que se pueda valorar objetivamente el resultado de las actuaciones propuestas desde el punto de vista del tráfico y la funcionalidad.

1. NIVEL DE SERVICIO DE LAS ALTERNATIVAS

A la hora de calcular el nivel de servicio de las distintas alternativas se tendrán en cuenta los mismos incrementos de tráfico aplicados sobre los datos de aforos oficiales que se definen en el Anejo de Estudio de Tráfico.

1.1. NIVEL DE SERVICIO DE LA GLORIETA

Para calcular la capacidad se hace uso del conocido como Método Inglés, desarrollado por Kimber en el Reino Unido. Es reconocido por tratarse del método probablemente más afinado de los existentes, dada la larga experiencia e investigación inglesas.

Las medidas experimentales realizadas en Reino Unido indican que la relación entre la capacidad de la entrada y el flujo anular es lineal, dependiendo esta relación de la geometría de la glorieta.

La capacidad de cada ramal se puede calcular de la forma:

$$Q_e = k \cdot (F - f \cdot Q_c)$$

Donde:

Q_e = capacidad de una entrada (veh/h)

Q_c = intensidad de tráfico anular (veh/h)

k , F y f son parámetros dependientes de las características geométricas de la entrada y la glorieta, calculados mediante las siguientes expresiones:

$$S = \frac{1,6 \cdot (w - v)}{l}$$

$$x = v + \frac{w - v}{1 + 2 \cdot S}$$

$$t = 1 + \frac{0,5}{1 + e^{\left(\frac{D-60}{10}\right)}}$$

$$k = 1 - 0,00347 \cdot (\phi - 30) - 0,978 \cdot \left(\frac{1}{R} - 0,05\right)$$

$$F = 303 \cdot x$$

$$f = 0,210 \cdot t \cdot (1 + 0,2 \cdot x)$$

Con:

w = anchura de la entrada (m)

v = mitad de la anchura de la vía de aproximación (m)

l = longitud media efectiva del aboocinamiento de entrada (m)

D = diámetro del círculo inscrito (m)

ϕ = ángulo de entrada (grados)

R = radio de la entrada (m)

Una vez hallada la capacidad de las entradas se procede a calcular la demora media según la metodología del Manual de Capacidad de Carreteras:

$$d = \frac{3600}{Q_e} + 900 \cdot H \cdot \left[\frac{I}{Q_e} - 1 + \sqrt{\left(\frac{I}{Q_e} - 1\right)^2 + \frac{3600 \cdot I}{450 \cdot H \cdot Q_e^2}} \right] + 5$$

Donde:

I = intensidad de tráfico en el acceso (veh/h)

H = periodo de tiempo analizado (horas)

Q_e = tráfico de entrada en el ramal analizado (veh/h)

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

De acuerdo con dicha publicación se establecen los siguientes baremos para hallar el nivel de servicio:

NIVEL DE SERVICIO	d
A	≤10
B	>10-15
C	>15-25
D	>25-35
E	>35-60
F	>60

Matriz origen-destino ajustada para la glorieta de la alternativa 1 en el año 2035 (veh/h)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	22	-	-	117	138
	Este	221	12	222	520	974
	Norte	-	237	7	-	245
	Oeste	161	706	638	0	1505
	TOTAL	404	955	867	637	2862

Utilizando los métodos descritos se puede calcular los niveles de servicio de cada ramal:

1.1.1. ALTERNATIVA 1

Para el nivel de tráfico actual se tiene la siguiente matriz de origen-destino:

Matriz origen-destino ajustada para la glorieta de la alternativa 1 en la actualidad (veh/h)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	19	-	-	101	119
	Este	190	10	191	448	839
	Norte	-	204	6	-	211
	Oeste	139	608	549	0	1296
	TOTAL	348	822	747	548	2465

Se tiene en cuenta como año horizonte de proyecto el año 2035, suponiendo 20 años a partir de la realización del estudio. Para la prognosis del tráfico se asume un incremento constante del 1% los 10 primeros años y un crecimiento del 0.5% para cada uno de los 10 años siguientes.

$$I_{2035} = I_{2015} \cdot 1,01^{10} \cdot 1.005^{10}$$

Parámetros geométricos de la glorieta de la alternativa 1

		w	v	l	φ	R	D	S	x	t	k	F	f
RAMAL	Sur	3,83	3,33	2,31	63,49	8,00	48,90	0,3463	3,6254	1,3761	0,8104	1098,4951	0,4985
	Este	7,25	6,33	2,95	63,35	16,23	48,90	0,4990	6,7905	1,3761	0,8729	2057,5119	0,6814
	Norte	4,23	3,02	5,85	54,87	17,90	48,90	0,3309	3,7481	1,3761	0,9080	1135,6716	0,5056
	Oeste	7,11	7,00	5,00	34,72	12,50	48,90	0,0352	7,1028	1,3761	0,9543	2152,1379	0,6995

Nivel de servicio de la glorieta de la alternativa 1 en el año 2015

		Qc	Qe	H	l	d	NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	1378	334	0,25	119	21,677	C
	Este	675	1395	0,25	839	11,396	B
	Norte	767	679	0,25	211	12,670	B
	Oeste	430	1767	0,25	1296	12,404	B

Nivel de servicio de la glorieta de la alternativa 1 en el año 2035

		Qc	Qe	H	l	d	NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	1600	244	0,25	138	37,526	E
	Este	784	1330	0,25	974	14,706	B
	Norte	891	622	0,25	245	14,485	B
	Oeste	499	1721	0,25	1505	19,112	C

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

1.1.2. ALTERNATIVA 2

Para el nivel de tráfico actual se tiene:

Matriz origen-destino ajustada para la glorieta de la alternativa 2 en la actualidad (veh/h)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	19	-	-	101	119
	Este	190	10	-	448	648
	Norte	-	204	6	-	211
	Oeste	-	608	549	0	1157
	TOTAL	209	822	556	548	2135

Realizando la prognosis del tráfico del mismo modo, suponiendo un crecimiento constante del 1% los 10 primeros años y un crecimiento del 0.5% para cada uno de los 10 años siguientes se obtiene:

Matriz origen-destino ajustada para la glorieta de la alternativa 2 en el año 2035 (veh/h)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	22	-	-	117	138
	Este	221	12	-	520	752
	Norte	-	237	7	-	245
	Oeste	-	706	638	0	1344
	TOTAL	242	955	645	637	2479

Los parámetros geométricos de la glorieta son en este caso:

Parámetros geométricos de la glorieta de la alternativa 2

		w	v	l	φ	R	D	S	x	t	k	F	f
RAMAL	Sur	6,45	6,00	1,50	69,61	8,00	48,90	0,4800	6,2296	1,3761	0,7892	1887,5663	0,6490
	Este	6,50	6,33	1,83	65,89	8,00	48,90	0,1486	6,4610	1,3761	0,8021	1957,6965	0,6624
	Norte	6,76	6,00	4,48	61,23	17,90	48,90	0,2714	6,4926	1,3761	0,8859	1967,2556	0,6642
	Oeste	7,28	7,00	7,11	51,32	19,19	48,90	0,0630	7,2487	1,3761	0,9240	2196,3450	0,7079

Utilizando los métodos descritos se puede calcular los niveles de servicio de cada ramal:

Nivel de servicio de la glorieta de la alternativa 2 en el año 2015

		Qc	Qe	H	I	d	NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	1378	784	0,25	119	10,415	B
	Este	675	1212	0,25	648	11,330	B
	Norte	767	1291	0,25	211	8,330	A
	Oeste	430	1748	0,25	1157	10,987	B

Nivel de servicio de la glorieta de la alternativa 2 en el año 2035

		Qc	Qe	H	I	d	NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	1600	670	0,25	138	11,765	B
	Este	784	1154	0,25	752	13,757	B
	Norte	891	1219	0,25	245	8,695	A
	Oeste	499	1703	0,25	1344	14,446	B

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

1.1.3. ALTERNATIVA 3

Para el nivel de tráfico actual se tiene:

Matriz origen-destino ajustada para la glorieta de la alternativa 3 en la actualidad (veh/h)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	19	368	-	101	487
	Este	190	10	-	-	200
	Norte	-	204	6	-	211
	Oeste	-	-	549	0	549
	TOTAL	209	582	556	101	1447

Realizando la prognosis del tráfico como anteriormente, suponiendo un crecimiento constante del 1% los 10 primeros años y un crecimiento del 0.5% para cada uno de los 10 años siguientes se obtiene:

Matriz origen-destino ajustada para la glorieta de la alternativa 3 en el año 2035 (veh/h)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	22	427	-	117	566
	Este	221	12	-	--	232
	Norte	-	237	7	-	245
	Oeste	-	-	638	0	638
	TOTAL	242	676	645	117	1680

Los parámetros geométricos de la glorieta son en este caso:

Parámetros geométricos de la glorieta de la alternativa 3

		w	v	l	φ	R	D	S	x	t	k	F	f
RAMAL	Sur	6,45	6,00	1,50	69,61	8,00	48,90	0,3463	3,6254	1,3761	0,8104	1098,4951	0,4985
	Este	3,96	3,72	1,80	66,21	8,00	48,90	0,4990	6,7905	1,3761	0,8729	2057,5119	0,6814
	Norte	6,76	6,00	4,48	61,23	17,90	48,90	0,3309	3,7481	1,3761	0,9080	1135,6716	0,5056
	Oeste	4,28	3,30	8,97	41,45	19,19	48,90	0,1748	4,0261	1,3761	0,9582	1219,9191	0,5217

Utilizando los métodos descritos se puede calcular los niveles de servicio de cada ramal:

Nivel de servicio de la glorieta de la alternativa 3 en el año 2015

		Qc	Qe	H	I	d	NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	770	1095	0,25	487	10,892	B
	Este	675	666	0,25	200	12,710	B
	Norte	319	1555	0,25	211	7,678	A
	Oeste	430	954	0,25	549	13,758	B

Nivel de servicio de la glorieta de la alternativa 3 en el año 2035

		Qc	Qe	H	I	d	NIVEL DE SERVICIO
RAMAL	Sur	894	1032	0,25	566	12,639	B
	Este	784	621	0,25	232	14,214	B
	Norte	371	1525	0,25	245	7,812	A
	Oeste	499	920	0,25	638	17,263	C

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

1.2. NIVEL DE SERVICIO DE LOS PASOS A DISTINTO NIVEL

En los tramos de dos carriles, para la estimación de los niveles de servicio se emplea la metodología propuesta por el Highway Capacity Manual 2010 para carreteras multicarril.

En este caso, las variables que definen los niveles de servicio son la densidad de vehículos equivalentes a coches por milla y carril, y la densidad para la velocidad libre:

$$Deq = \frac{Ieq}{VM}$$

$$D_{VL} = 0.00133333 \cdot VL^3 - 0,2 \cdot VL^2 + 9,566667 \cdot VL - 102$$

Donde:

Deq = densidad de vehículos equivalentes (coches/mi/carril)

Ieq = intensidad equivalente (coches/h)

VM = velocidad media (mi/h)

VL = velocidad libre (mi/h)

Según esto se establece:

NIVEL DE SERVICIO	Deq
A	≤ 11
B	$>11-18$
C	$>18-26$
D	$>26-35$
E	$>35-D_{VL}$
F	$>D_{VL}$

Es necesario calcular:

$$Ieq = \frac{I}{FHP \cdot N \cdot f_p \cdot f_{vp}}$$

Con:

I = intensidad real en la hora de cálculo (veh/h)

FHP = factor de hora punta

N = número de carriles de la calzada

f_p = ajuste por conductores no habituales

f_{vp} = ajuste por vehículos pesados y de recreo, calculado como

$$f_{vp} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$$

En la cual:

P_T = porcentaje de camiones y autobuses

P_R = porcentaje de vehículos de recreo

E_T = factor de equivalencia para camiones y autobuses

E_R = factor de equivalencia para vehículos de recreo

Se adoptan los siguientes valores por defecto:

FHP	f_p	P_T	P_R
0,92	1	0,05	0

Se asume un terreno ondulado debido a las inclinaciones pronunciadas de la rasante en entrada y salida, así como una velocidad de proyecto de 40 km/h equivalentes a 24,845 mi/h. Se supone que la velocidad de proyecto equivale a la velocidad libre.

Dado que esta velocidad es inferior a 45 mi/h, la velocidad media coincide con la velocidad libre.

Las intensidades reales se obtienen de los datos facilitados por la Concejalía de Movilidad para la hora 100, aplicando los porcentajes hallados en el estudio de campo.

En tramos de un solo carril se aplica el método propuesto por el Highway Capacity Manual 2010 para carreteras convencionales de clase II ya que se está analizando un tramo de una red local donde los usuarios no esperan circular a elevadas velocidades.

Según esta metodología, la variable que define el nivel de servicio es el porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo (PTS):

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

NIVEL DE SERVICIO	PTS (%)
A	≤40
B	>40-55
C	>55-70
D	>70-85
E	>85

El cálculo a realizar según la metodología de dicho manual es la siguiente:

$$PTSd = \frac{Ieqd_{PTS}}{Ieqd_{PTS} + Ieqo_{PTS}} fpa_{PTS} + PTSBd$$

Con:

$PTSd$ = porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo en el sentido considerado

$Ieqd_{PTS}$ = intensidad equivalente a efectos del cálculo del PTS en el sentido considerado (coches/h)

$Ieqo_{PTS}$ = intensidad equivalente a efectos del cálculo del PTS en el sentido opuesto (coches/h)

fpa_{PTS} = factor de corrección por prohibiciones de adelantar

$PTSBd$ = porcentaje de tiempo siguiendo a otro vehículo básico, calculado como

$$PTSBd = 100 \cdot (1 - e^{a \cdot Ieqd_{PTS}^b})$$

Donde a y b son constantes tabuladas

Las intensidades equivalentes se calculan de la forma:

$$Ieqd_{PTS} = \frac{Id}{FHP \cdot fid_{PTS} \cdot fvpd_{PTS}}$$

$$Ieqo_{PTS} = \frac{Io}{FHP \cdot fio_{PTS} \cdot fvp_{PTS}}$$

En las cuales:

$f_{i_{PTS}}$ = factor de ajuste por terreno

$f_{vp_{PTS}}$ = factor de ajuste por vehículos pesados y de recreo calculado como

$$f_{vp_{PTS}} = \frac{1}{1 + P_T \cdot (E_T - 1) + P_R \cdot (E_R - 1)}$$

Donde P_T , P_R , E_T y E_R tienen el mismo significado que anteriormente

Se considera un terreno ondulado, quedando así del lado de la seguridad, y se adoptan los siguientes valores por defecto:

FHP	P_T	P_R
0,92	0,05	0

Como en el caso anterior, las intensidades reales se obtienen de los datos facilitados por la Concejalía de Movilidad para la hora de proyecto, aplicando los porcentajes hallados en el estudio de campo.

1.2.1. ALTERNATIVA 1

En este caso se trata de un paso inferior con dos carriles por sentido por lo que se utiliza el método para carreteras multicarril.

Se tiene en cuenta como año horizonte de proyecto el año 2035, suponiendo 20 años a partir de la realización del estudio. Para la prognosis del tráfico se asume un incremento constante del 1% los 10 primeros años y un crecimiento del 0.5% para cada uno de los 10 años siguientes.

$$I_{2035} = I_{2015} \cdot 1,01^{10} \cdot 1,005^{10}$$

Para el sentido sur-norte se tiene que:

Nivel de servicio para el sentido N-S del paso inferior de la alternativa 1

		I	FHP	N	f _p	f _{vp}	P _T	E _T	P _R	E _R	Ieq	Deq	NIVEL DE SERVICIO
AÑO	2015	733	0,92	2	1	0,93	0,05	2,5	0	2,0	428	17,24	B
	2035	851	0,92	2	1	0,93	0,05	2,5	0	2,0	497	20,02	C

Para el sentido norte-sur:

Nivel de servicio para el sentido N-S del paso inferior de la alternativa 1

		I	FHP	N	f _p	f _{vp}	P _T	E _T	P _R	E _R	Ieq	Deq	NIVEL DE SERVICIO
AÑO	400	0,92	2	1	0,93	0,05	2,5	0	2,0	233	400	9,40	A
	464	0,92	2	1	0,93	0,05	2,5	0	2,0	271	464	10,91	A

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

1.2.2. ALTERNATIVA 2

Se trata de un paso inferior con un carril por sentido por lo que se utiliza la metodología para carreteras convencionales de clase II.

Del mismo modo que anteriormente, se realiza una prognosis del tráfico para estimar su nivel en el año horizonte.

Para el sentido sur-norte se tiene que:

Nivel de servicio para el sentido S-N del paso inferior de la alternativa 2

		I _d	I _o	FHP	f _{id}	f _{io}	f _{vpd}	f _{vpo}	P _{Td}	E _{Td}	E _{To}	P _{Td}	E _{Rd}	E _{Ro}
AÑO	2015	733	400	0,92	1	0,92	1,00	0,97	0,05	1	1,6	0	1	1
	2035	851	464	0,92	1	0,96	1,00	0,98	0,05	1	1,4	0	1	1

		I _{eqd}	I _{eqo}	PTSB _d	f _{pa}	PTS	NIVEL DE SERVICIO
AÑO	2015	797	486	66,82	27,6	83,97	D
	2035	925	536	71,06	24,0	86,25	E

Para el sentido norte-sur se tiene que:

Nivel de servicio para el sentido N-S del paso inferior de la alternativa 2

		I _d	I _o	FHP	f _{id}	f _{io}	f _{vpd}	f _{vpo}	P _{Td}	E _{Td}	E _{To}	P _{Td}	E _{Rd}	E _{Ro}
AÑO	2015	400	733	0,92	0,92	1	0,97	1,00	0,05	1,6	1	0	1	1
	2035	464	851	0,92	0,96	1	0,98	1,00	0,05	1,4	1	0	1	1

		I _{eqd}	I _{eqo}	PTSB _d	f _{pa}	PTS	NIVEL DE SERVICIO
AÑO	2015	486	797	54,31	27,6	64,76	C
	2035	536	925	58,92	24,0	67,72	C

1.2.3. ALTERNATIVA 3

Tanto el paso inferior como el superior considerados cuentan con un carril por sentido por lo que de nuevo se utiliza el método para carreteras convencionales de clase II.

Se tiene en cuenta el aumento del tráfico en el año horizonte de proyecto.

Para el sentido sur-norte se tiene que:

Nivel de servicio para el sentido S-N del paso inferior de la alternativa 3

		I _d	I _o	FHP	f _{id}	f _{io}	f _{vpd}	f _{vpo}	P _{Td}	E _{Td}	E _{To}	P _{Td}	E _{Rd}	E _{Ro}
AÑO	2015	733	400	0,92	1	0,92	1	0,97	0,05	1	1,6	0	1	1
	2035	851	464	0,92	1	0,96	1	0,98	0,05	1	1,4	0	1	1

		I _{eqd}	I _{eqo}	PTSB _d	f _{pa}	PTS	NIVEL DE SERVICIO
AÑO	2015	797	486	66,82	27,6	83,97	D
	2035	925	536	71,06	24	86,25	E

Para el sentido norte-sur se tiene que:

Nivel de servicio para el sentido N-S del paso inferior de la alternativa 3

		I _d	I _o	FHP	f _{id}	f _{io}	f _{vpd}	f _{vpo}	P _{Td}	E _{Td}	E _{To}	P _{Td}	E _{Rd}	E _{Ro}
AÑO	2015	400	733	0,92	0,92	1	0,97	1	0,05	1,6	1	0	1	1
	2035	464	851	0,92	0,96	1	0,98	1	0,05	1,4	1	0	1	1

		I _{eqd}	I _{eqo}	PTSB _d	f _{pa}	PTS	NIVEL DE SERVICIO
AÑO	2015	486	797	54,31	27,6	64,76	C
	2035	536	925	58,92	24	67,72	C

Anejo Nº7: Estudio y análisis de alternativas

Para el sentido oeste-este se tiene que:

Nivel de servicio para el sentido O-E del paso superior de la alternativa 3

AÑO														
		I_d	I_o	FHP	f_{id}	f_{io}	f_{vpd}	f_{vpo}	P_{Td}	E_{Td}	E_{To}	P_{Td}	E_{Rd}	E_{Ro}
2015		559	412	0,92	0,97	0,93	0,99	0,97	0,05	1,2	1,6	0	1	1
2035		649	478	0,92	0,99	0,96	1,00	0,98	0,05	1	1,4	0	1	1

AÑO							
		I_{eqd}	I_{eqo}	$PTSB_d$	f_{pa}	PTS	NIVEL DE SERVICIO
2015		633	496	58,74	34,3	77,97	D
2035		713	552	62,91	31,0	80,38	D

Para el sentido este-oeste se tiene que:

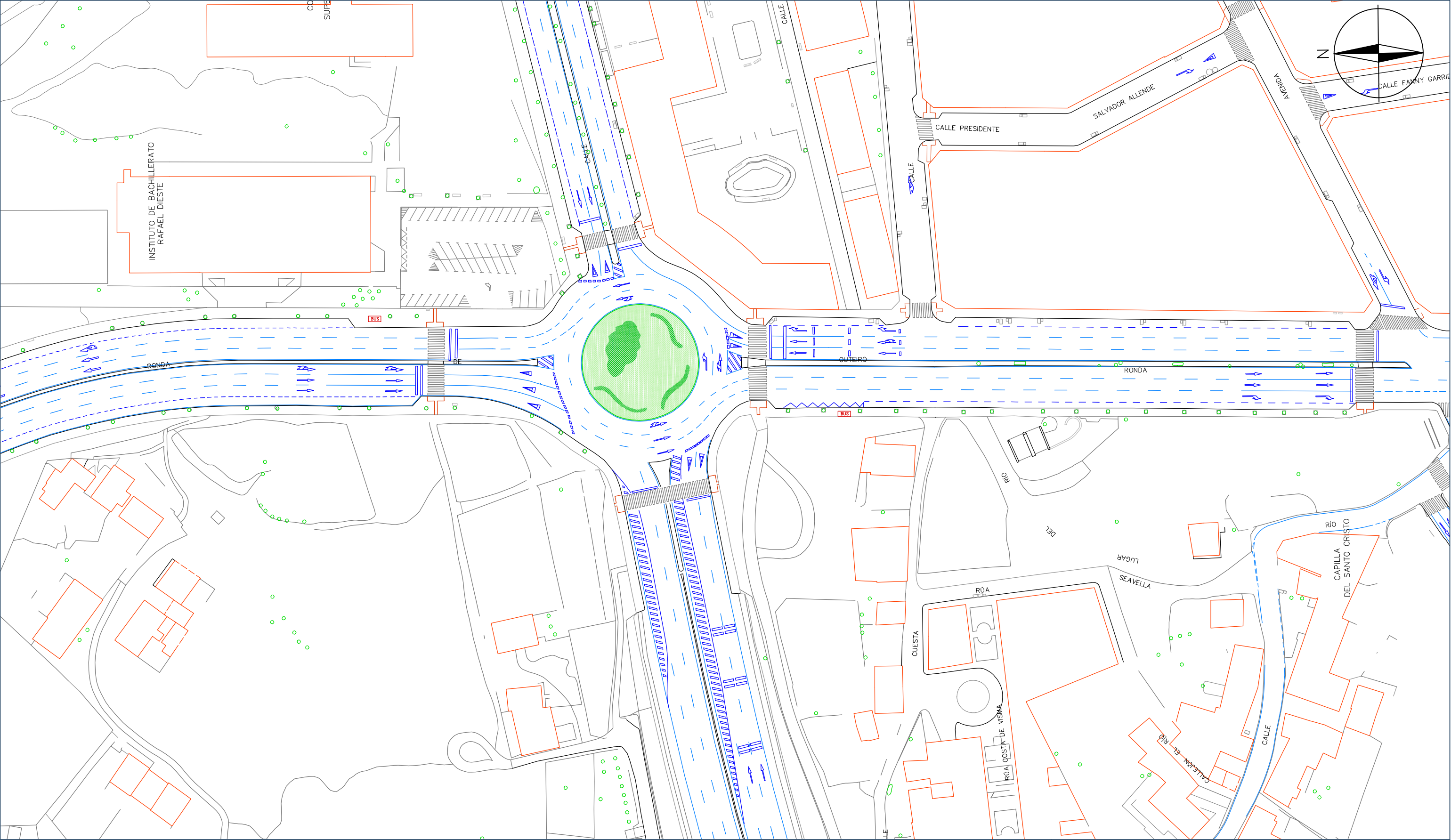
Nivel de servicio para el sentido E-O del paso superior de la alternativa 3

AÑO														
		I_d	I_o	FHP	f_{id}	f_{io}	f_{vpd}	f_{vpo}	P_{Td}	E_{Td}	E_{To}	P_{Td}	E_{Rd}	E_{Ro}
2015		412	559	0,92	0,93	0,97	0,97	0,99	0,05	1,6	1,2	0	1	1
2035		478	649	0,92	0,96	0,99	0,98	1,00	0,05	1,4	1	0	1	1

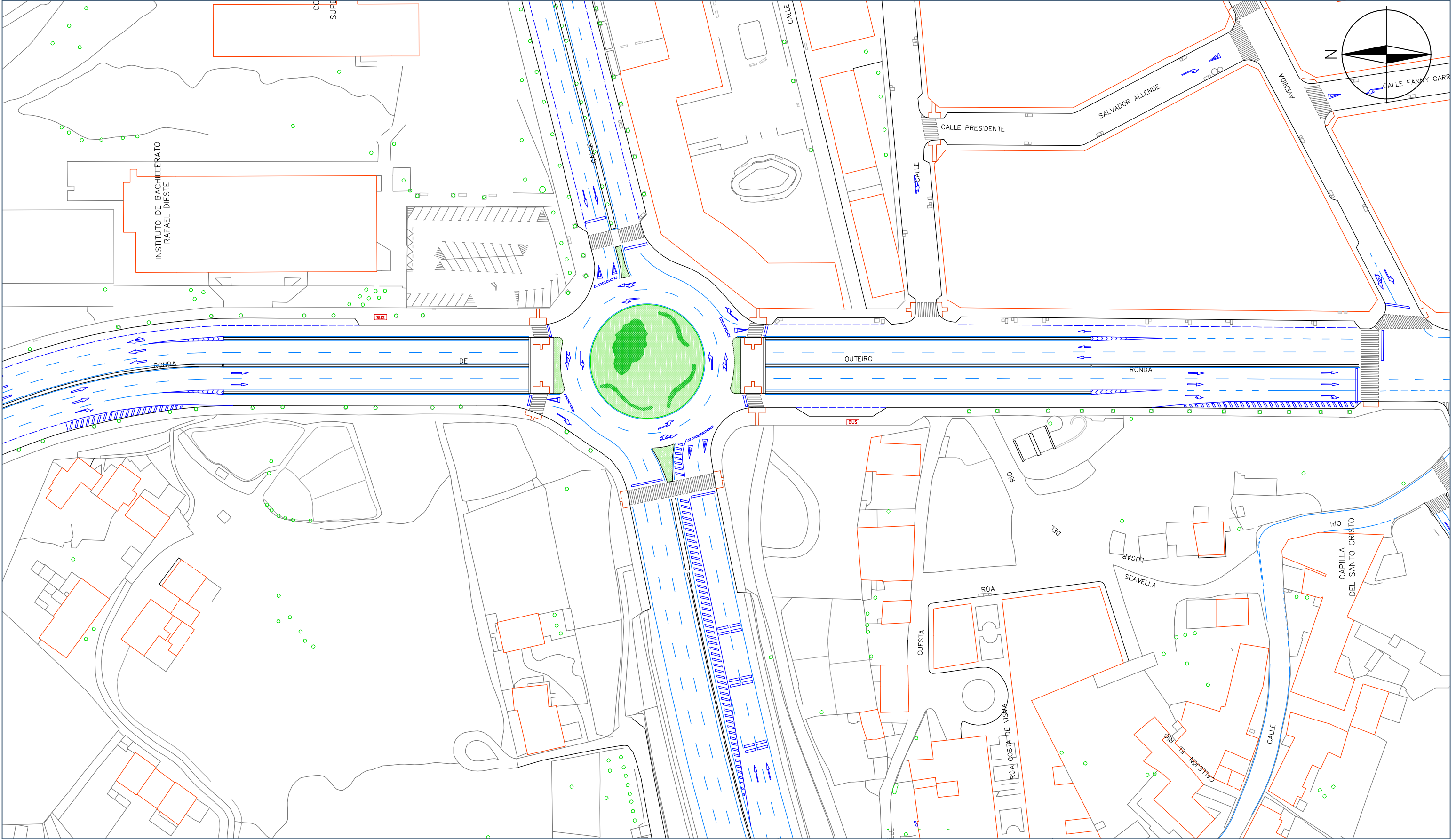
AÑO							
		I_{eqd}	I_{eqo}	$PTSB_d$	f_{pa}	PTS	NIVEL DE SERVICIO
2015		496	633	52,59	34,3	67,66	C
2035		552	713	57,30	31,0	70,83	D

APÉNDICE 3

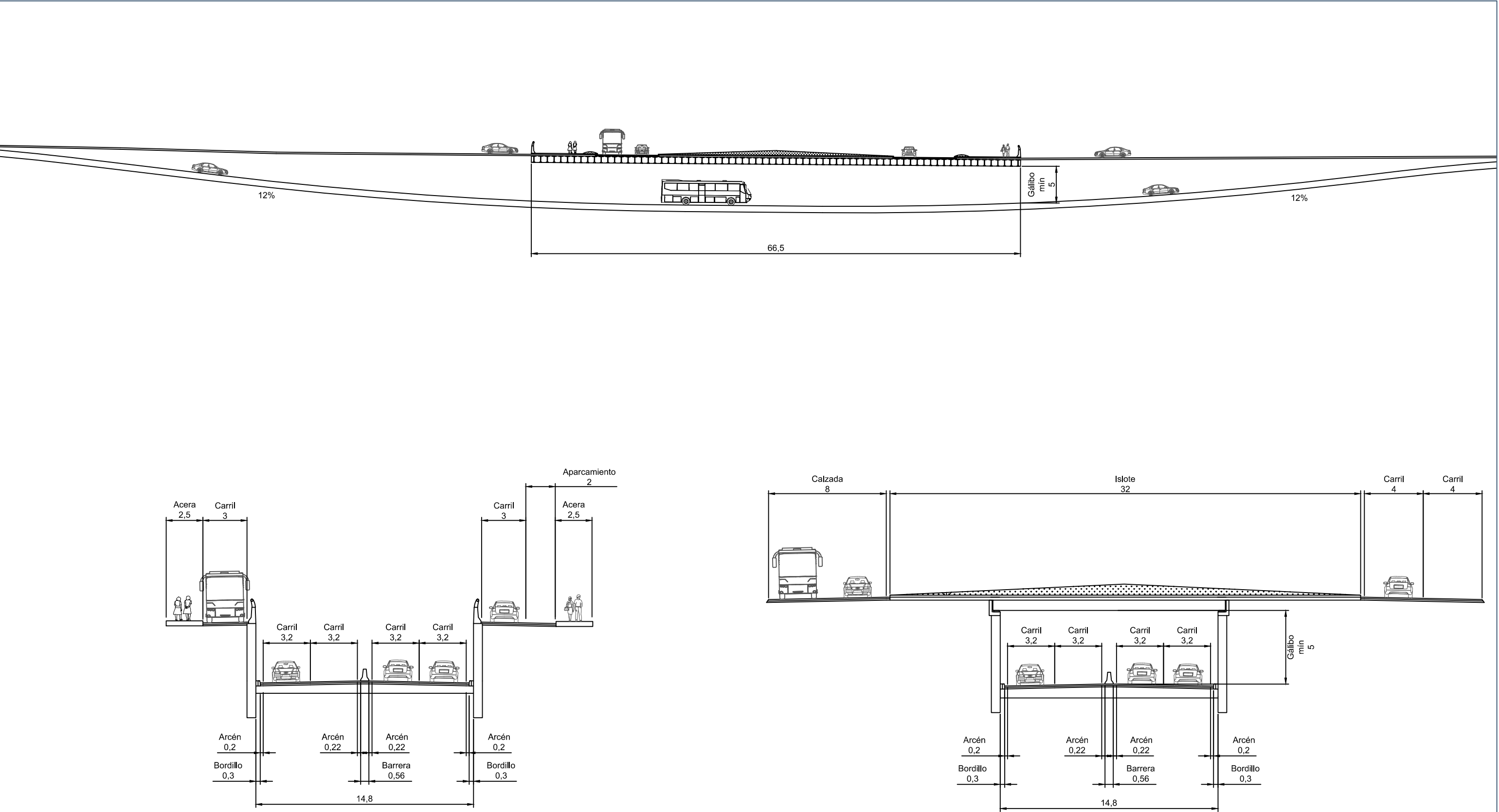
PLANOS



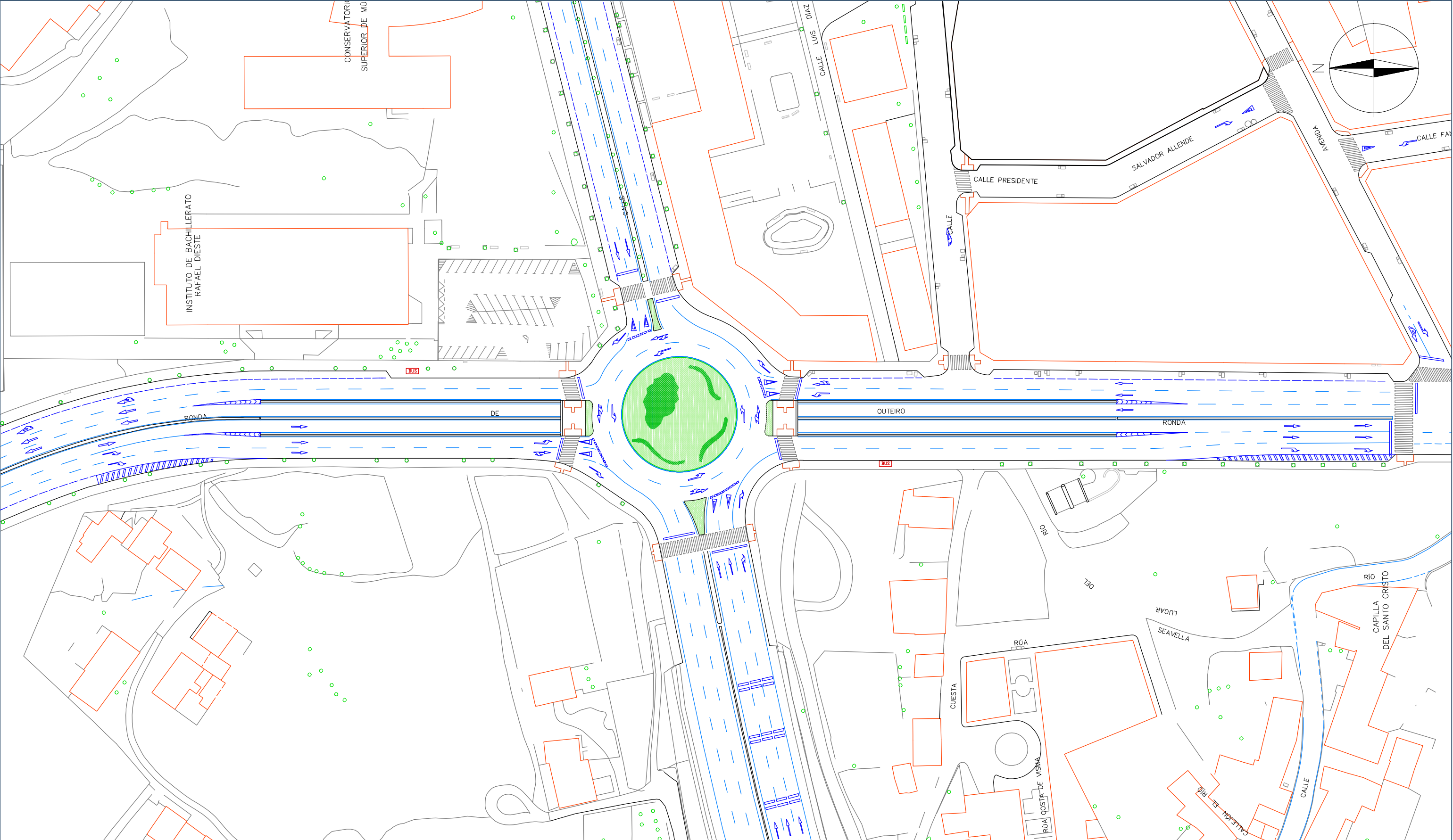
<div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</div></div> <div></div>	<div>TÍTULO DEL ANTEPROYECTO</div> <div>Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía</div>	<div>AUTOR DEL ANTEPROYECTO</div> <div>Souto Couceiro, Diego</div>	<div>FECHA</div> <div>Junio 2015</div>	<div>TÍTULO DEL PLANO</div> <div>Estado actual</div>	<div>ESCALA</div> <div>1:1000</div>	<div>NÚMERO DE PLANO</div> <div>1</div>	<div>FIRMA</div> <div></div>
--	---	--	--	--	-------------------------------------	---	---



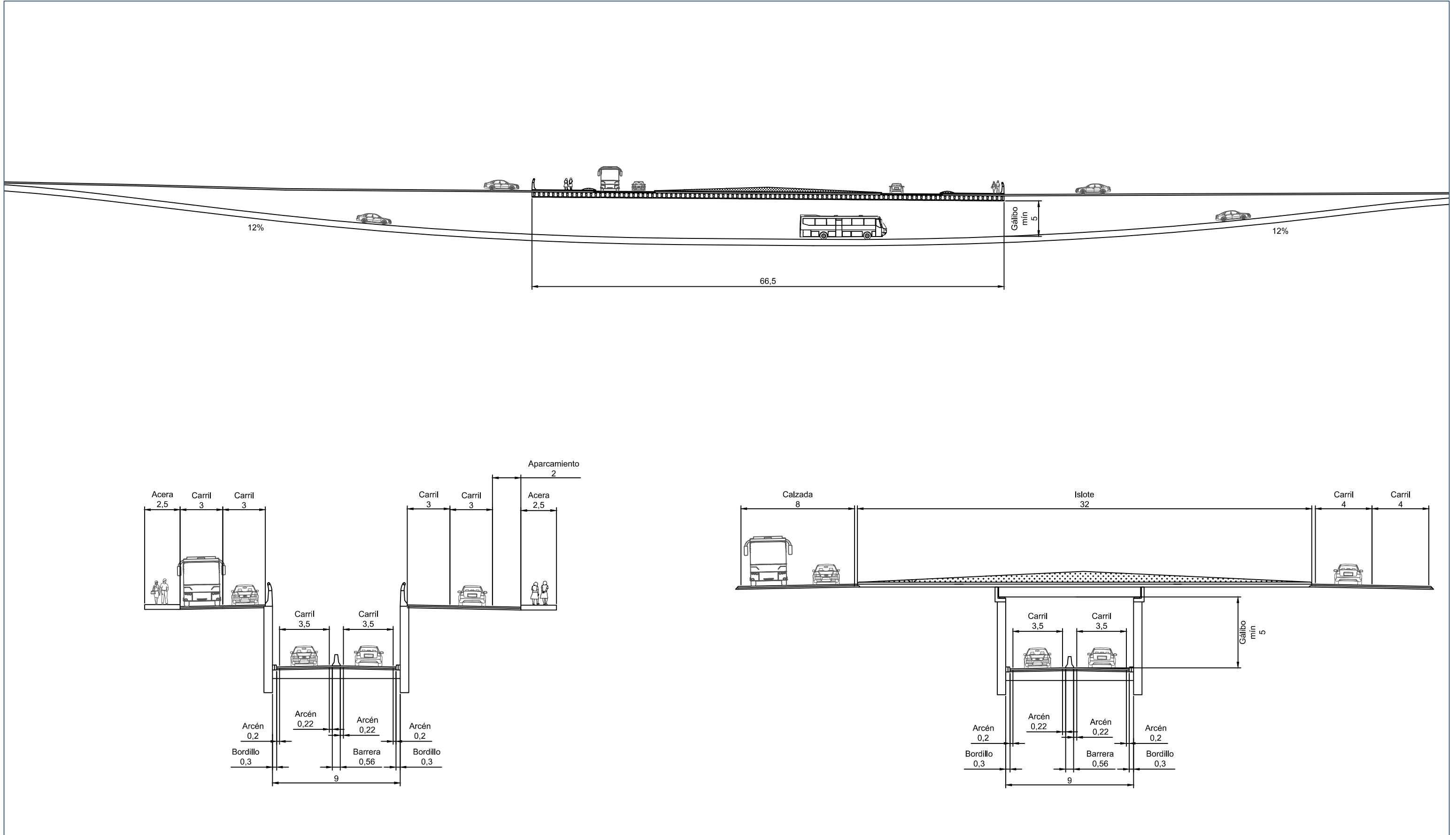
<div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</div></div>	<div>TÍTULO DEL ANTEPROYECTO</div> <div>Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía</div>	<div>AUTOR DEL ANTEPROYECTO</div> <div>Souto Couceiro, Diego</div>	<div>FECHA</div> <div>Junio 2015</div>	<div>TÍTULO DEL PLANO</div> <div>Alternativa 1 Planta</div>	<div>ESCALA</div> <div>1:1000</div>	<div>NÚMERO DE PLANO</div> <div>2</div>	<div>FIRMA</div> <div></div>
--	---	--	--	---	-------------------------------------	---	---




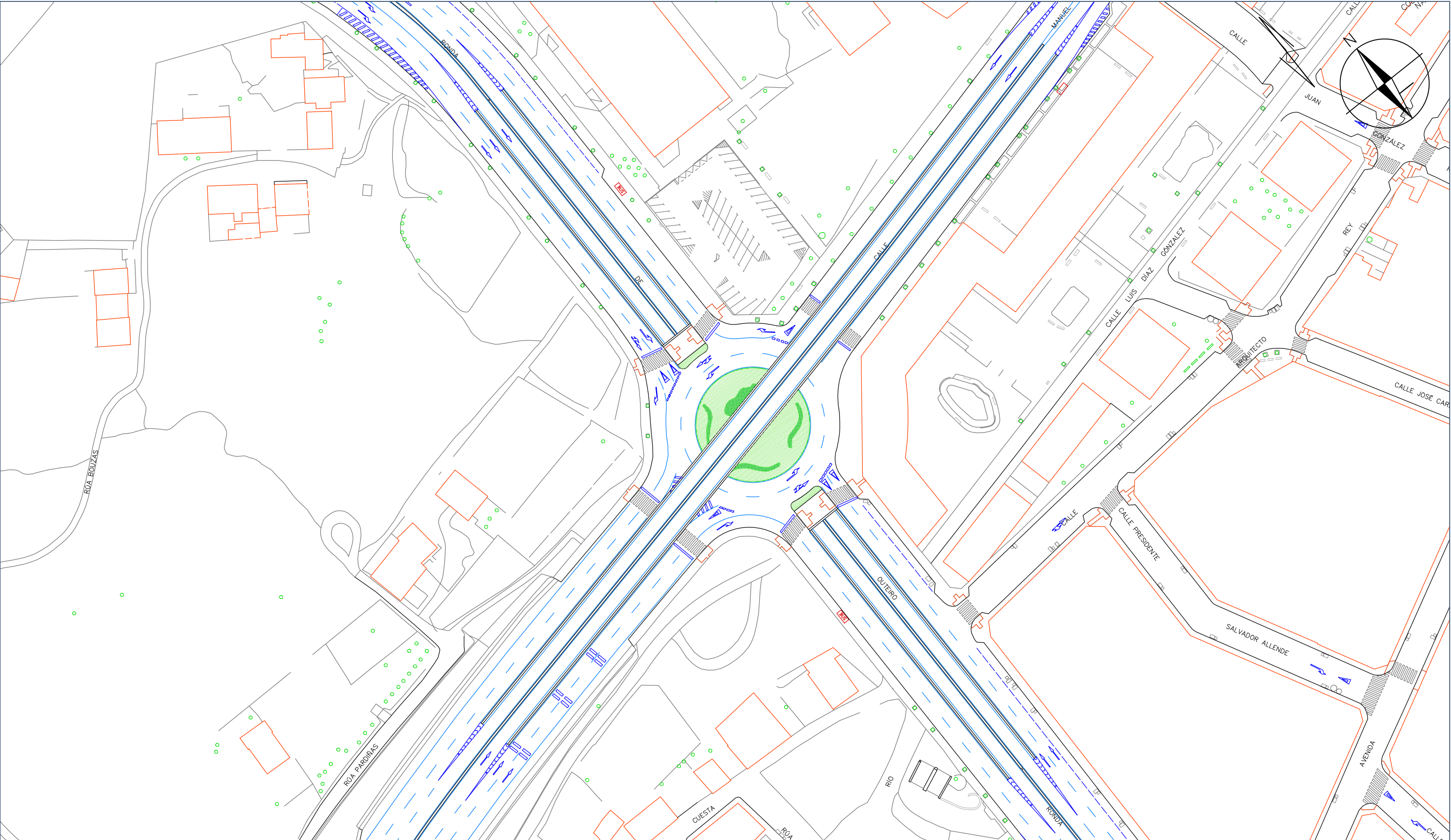
 <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</div> 	TÍTULO DEL ANTEPROYECTO Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía	AUTOR DEL ANTEPROYECTO Souto Couceiro, Diego	FECHA Junio 2015	TÍTULO DEL PLANO Alternativa 1 Alzado y sección tipo	ESCALA Alzado 1:500 Sección tipo 1:250	NÚMERO DE PLANO 3	FIRMA 
---	---	--	----------------------------	---	---	-----------------------------	---



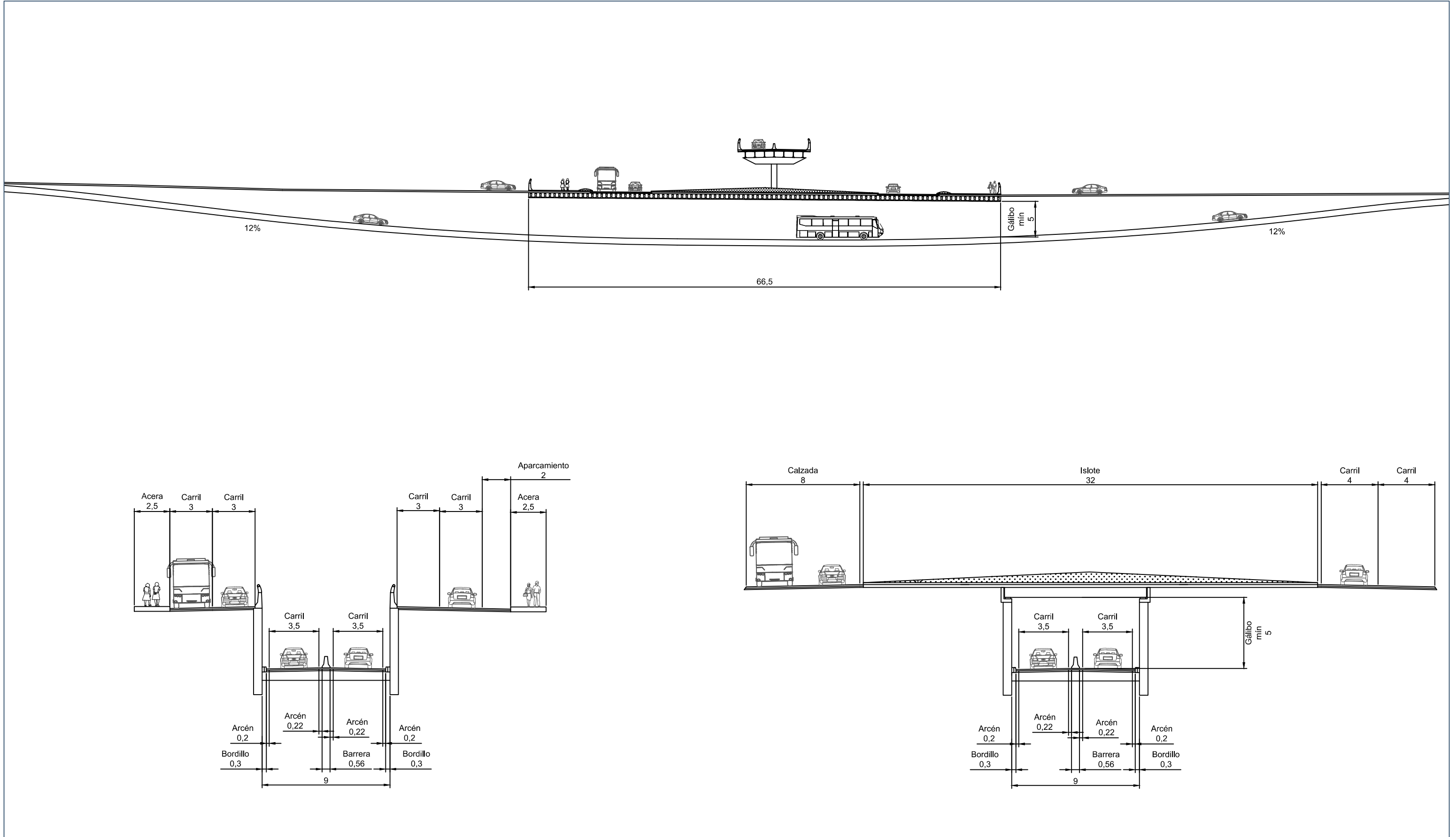
 <p>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p> 	<p>TÍTULO DEL ANTEPROYECTO</p> <p>Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía</p>	<p>AUTOR DEL ANTEPROYECTO</p> <p>Souto Couceiro, Diego</p>	<p>FECHA</p> <p>Junio 2015</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>Alternativa 2 Planta</p>	<p>ESCALA</p> <p>1:1000</p>	<p>NÚMERO DE PLANO</p> <p>4</p>	<p>FIRMA</p> 
---	--	---	---------------------------------------	--	------------------------------------	--	---



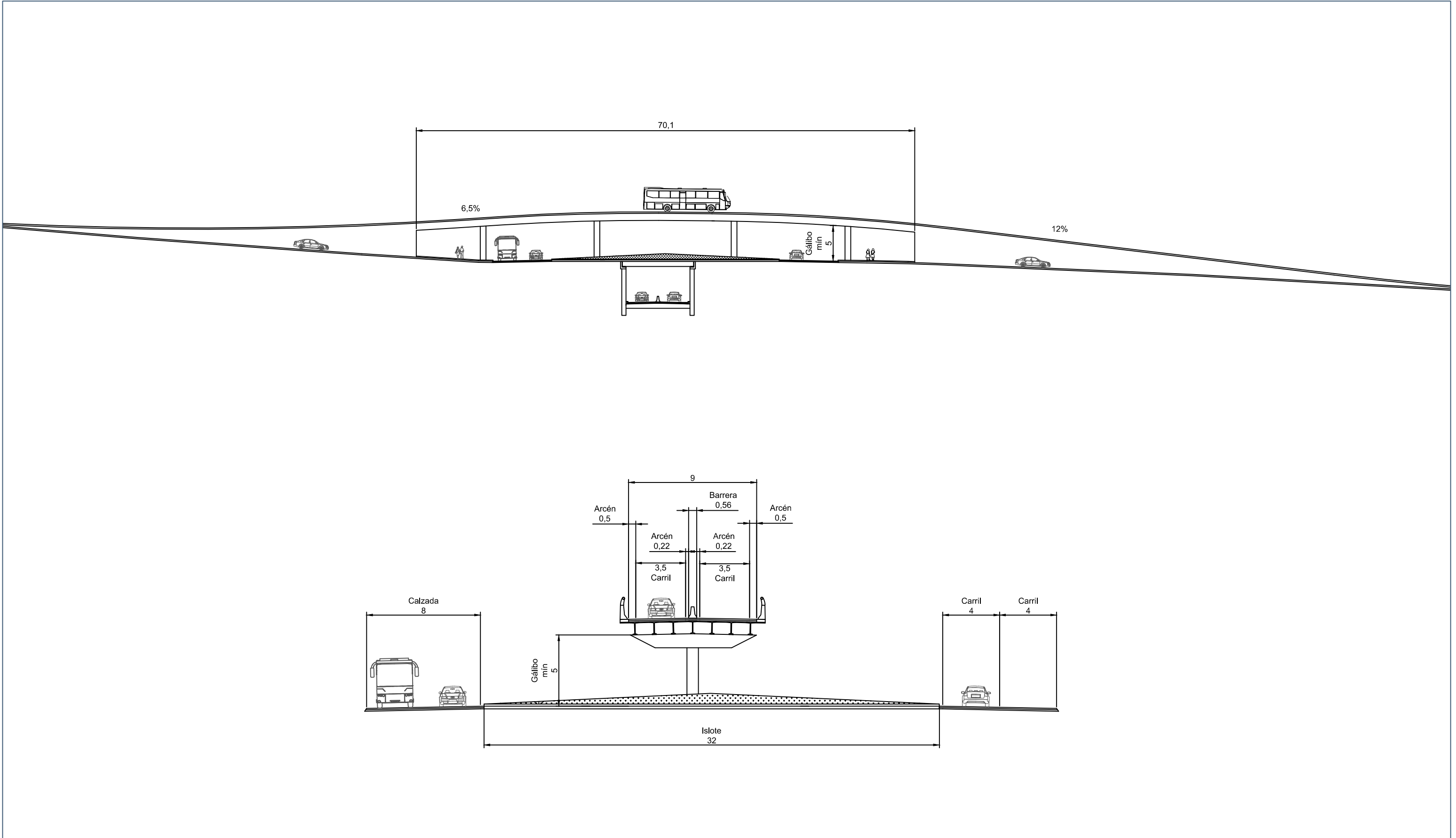
<div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</div></div>	<div>TÍTULO DEL ANTEPROYECTO</div> <div>Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía</div>	<div>AUTOR DEL ANTEPROYECTO</div> <div>Souto Couceiro, Diego</div>	<div>FECHA</div> <div>Junio 2015</div>	<div>TÍTULO DEL PLANO</div> <div>Alternativa 2 Alzado y sección tipo</div>	<div>ESCALA</div> <div>Alzado 1:500 Sección tipo 1:250</div>	<div>NÚMERO DE PLANO</div> <div>5</div>	<div>FIRMA</div> <div></div>
--	---	--	--	--	--	---	---



 <p>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</p> 	<p>TÍTULO DEL ANTEPROYECTO</p> <p>Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía</p>	<p>AUTOR DEL ANTEPROYECTO</p> <p>Souto Couceiro, Diego</p>	<p>FECHA</p> <p>Junio 2015</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>Alternativa 3 Planta</p>	<p>ESCALA</p> <p>1:1000</p>	<p>NÚMERO DE PLANO</p> <p>6</p>	<p>FIRMA</p> 
---	--	---	---------------------------------------	--	------------------------------------	--	---



<div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</div></div>	TÍTULO DEL ANTEPROYECTO Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía	AUTOR DEL ANTEPROYECTO Souto Couceiro, Diego	FECHA Junio 2015	TÍTULO DEL PLANO Alternativa 3 Alzado y sección tipo Paso inferior	ESCALA Alzado 1:500 Sección tipo 1:250	NÚMERO DE PLANO 7	FIRMA 
--	---	--	----------------------------	--	---	-----------------------------	---



 <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA ETS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS</div> 	TÍTULO DEL ANTEPROYECTO Paso inferior para vehículos en la intersección entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía	AUTOR DEL ANTEPROYECTO Souto Couceiro, Diego	FECHA Junio 2015	TÍTULO DEL PLANO Alternativa 3 Alzado y sección tipo Paso superior	ESCALA Alzado 1:500 Sección tipo 1:250	NÚMERO DE PLANO 8	FIRMA 
---	---	--	----------------------------	--	---	-----------------------------	---

ANEJO Nº8

ESTUDIO DEL TRAZADO GEOMÉTRICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. TRAZADO EN PLANTA

2.1. RECTAS

2.2. CURVAS CIRCULARES

2.3. CURVAS DE TRANSICIÓN

3. TRAZADO EN ALZADO

3.1. INCLINACIÓN DE LAS RASANTES

3.2. ACUERDOS VERTICALES

4. COORDINACIÓN DE LOS TRAZADOS EN PLANTA Y ALZADO

5. VISIBILIDAD

5.1. DISTANCIA DE PARADA

5.2 VISIBILIDAD DE PARADA

5.3 VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO Y VISIBILIDAD DE CRUCE

6. SECCIÓN TRANSVERSAL

7. EJES

7.1. EJE 1: PASO INFERIOR

7.2. EJE 2: GLORIETA

Anejo Nº8: Estudio del trazado geométrico

1. INTRODUCCIÓN

El presente Anejo pretende definir y estudiar tanto el trazado geométrico como las secciones transversales de los ejes de que consta el proyecto.

Para el desarrollo se ha hecho uso fundamentalmente de la información recogida en la Norma 3.1-IC de trazado, publicada por el Ministerio de Fomento. Se hace notar que el espíritu original de dicha normativa no contemplaba las peculiaridades de las carreteras urbanas y las limitaciones que estas imponen sobre el trazado. Como se recoge en el ámbito de aplicación, *“en proyectos de carreteras urbanas, de carreteras de montaña y de carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o acusada fragilidad y de mejoras locales en carreteras existentes, podrán disminuirse las características exigidas en la presente Norma justificándose adecuadamente”*.

Se han tenido en cuenta también los siguientes documentos:

- “Carreteras Urbanas. Recomendaciones para su Planeamiento y Proyecto” MOPT, 1993
- “Instrucción de vía pública” Ayuntamiento de Madrid, 2000
- “Guía de nudos viarios” Ministerio de Fomento, 2012
- “Recomendaciones sobre glorietas” Dirección General de Carreteras. MOPU, 1989
- “Obras de Paso de Nueva Construcción” Ministerio de Fomento, 2000

Los ejes en que se ha dividido la actuación son los recogidos en el Plano 6, referente al trazado geométrico:

- Eje 1: eje principal, discurrendo en dirección Sur-Norte y dando continuidad a la Ronda de Outeiro a través del paso inferior.
- Eje 2: eje perteneciente a la glorieta.
- Eje 3: eje Este, proporcionando acceso a la glorieta desde la Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña.
- Eje 4: eje Oeste, proporcionando acceso a la glorieta desde la calle Manuel Murguía.
- Eje 5: eje que posibilita el acceso a la glorieta desde la Ronda de Outeiro por la entrada sur de la misma.
- Eje 6: eje que permite la salida desde la glorieta a la Ronda de Outeiro, en dirección sur.
- Eje 7: eje que permite la salida desde la glorieta a la Ronda de Outeiro, en dirección norte.
- Eje 8: eje que permite el acceso a la glorieta desde la Ronda de Outeiro por la entrada norte de la misma.

Dado el carácter simplificado del anteproyecto se realiza fundamentalmente el estudio del eje 1, en el que se incluye el paso inferior previsto, y del eje 2 que se corresponde con la glorieta.

2. TRAZADO EN PLANTA

2.1. RECTAS

La recta es un elemento de trazado que está indicado en carreteras de dos carriles para obtener suficientes oportunidades de adelantamiento y en cualquier tipo de carretera para adaptarse a condicionantes externos obligados como infraestructuras preexistentes, condiciones urbanísticas o terrenos llanos.

Para evitar problemas relacionados con el cansancio, deslumbramientos, excesos de velocidad u otros riesgos, es deseable limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas. Para que se produzca una acomodación y adaptación a la conducción es deseable establecer unas longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

A efectos de la norma 3.1-IC las longitudes mínimas admisible y máxima deseable, en función de la velocidad de proyecto, serán las dadas por las expresiones siguientes:

$$L_{min,s} = 1,39v_p$$

$$L_{min,o} = 2,78v_p$$

$$L_{máx} = 16,70v_p$$

Dónde:

$L_{min,s}$ = longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario)

$L_{min,o}$ = longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{máx}$ = longitud máxima (m)

v_p = velocidad de proyecto (km/h)

TABLA 4.1.

V_p (km/h)	$L_{min,s}$ (m)	$L_{min,o}$ (m)	$L_{máx}$ (m)
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

Anejo Nº8: Estudio del trazado geométrico

2.2. CURVAS CIRCULARES

Fijada una cierta velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de:

- El peralte y el rozamiento transversal movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.
- La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado.

La velocidad, el radio, el peralte y el coeficiente de rozamiento transversal movilizado se relacionan mediante la fórmula:

$$V^2 = 127 \cdot R \left(f_t + \frac{p}{100} \right)$$

Siendo:

V = velocidad (km/h)

R = radio de la circunferencia (m)

P = peralte (%)

f_t = coeficiente de rozamiento transversal, que para ciertos valores de la velocidad aparece reflejado en la tabla siguiente:

TABLA 4.2.

V. (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
f _t	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069	0,060

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

Para el caso que se está tratando, coincidente con una carretera del grupo 2, los resultados más destacables de la fórmula anterior aparecen recogidos a continuación:

TABLA 4.4. RELACIÓN VELOCIDAD ESPECÍFICA - RADIO - PERALTE PARA CARRETERAS C-80, C-60 Y C-40 (GRUPO 2)

VELOCIDAD ESPECÍFICA (km/h)	RADIO (m)	PERALTE (%)
40	50	7,00
45	65	7,00
50	85	7,00
55	105	7,00
60	130	7,00
65	155	7,00
70	190	7,00
75	225	7,00
80	265	7,00
85	305	7,00
90	350	7,00
95	410	6,50
100	485	5,85
105	570	5,24
110	670	4,67

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

2.3. CURVAS DE TRANSICIÓN

Las curvas de transición tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura de la traza, por lo que, en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado.

Se adoptan en todos los casos como curva de transición la clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

R = radio de curvatura en un punto cualquiera.

L = longitud de la curva entre su punto de inflexión y el punto de radio *R*.

A = parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Anejo Nº8: Estudio del trazado geométrico

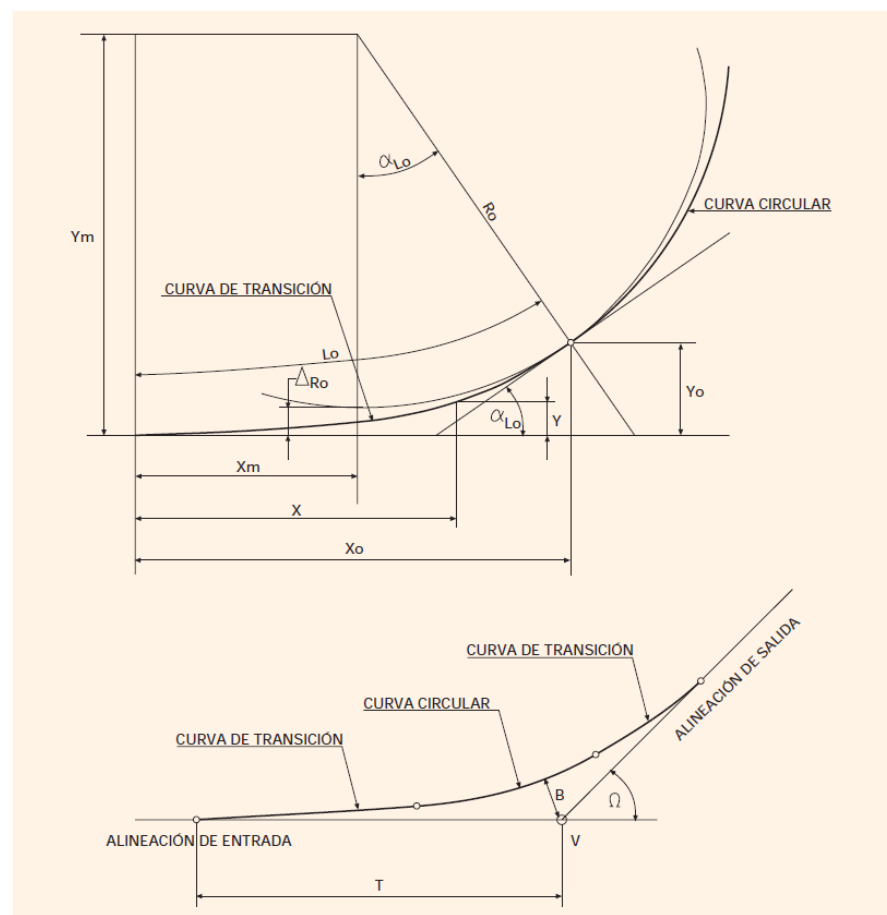


FIGURA 4.1. CURVA DE TRANSICIÓN

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

La longitud de la curva de transición deberá superar la necesaria para cumplir las limitaciones por la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal, la variación de la pendiente transversal, las condiciones de percepción visual y la transición del peralte. Asimismo no deberá superar una longitud de 1,5 veces la longitud mínima.

3. TRAZADO EN ALZADO

A efectos de definir el trazado en alzado se consideran prioritarias las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una variación continua y gradual de parámetros.

En este caso serán valorables también las limitaciones que se presentan por tratarse de un proyecto de modificación del viario urbano existente y la presencia de construcciones próximas que se verán afectadas directa o indirectamente por las actuaciones previstas.

3.1. INCLINACIÓN DE LAS RASANTES

En carreteras convencionales:

V_p (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
80	5	7
60	6	8
40	7	10

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

Los valores definidos como excepcionales, podrán incrementarse en un uno por ciento en casos suficientemente justificados, por razón del terreno o de baja intensidad de tráfico.

El valor mínimo de la inclinación de la rasante no será inferior a 0,5%. Excepcionalmente, la rasante podrá alcanzar un valor menor, no inferior a 0,2%. La inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no será menor que 0,5%.

Salvo justificación en contrario, no se dispondrán rampas ni pendientes con la inclinación máxima establecida para cada velocidad y tipo de carretera, cuya longitud supere los 3000 metros.

Salvo justificación en contrario, no se proyectarán longitudes de rampas o pendientes cuyo recorrido, a la velocidad de proyecto, sea inferior a diez segundos.

3.2. ACUERDOS VERTICALES

La curva de acuerdo vertical será una parábola de eje vertical de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot k_v}$$

Siendo K_v el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente "parámetro".

Definiendo θ como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumplirá que:

$$k_v = \frac{L}{\theta}$$

Siendo L la longitud de la curva de acuerdo. Se define T como la mitad de L .

Anejo Nº8: Estudio del trazado geométrico

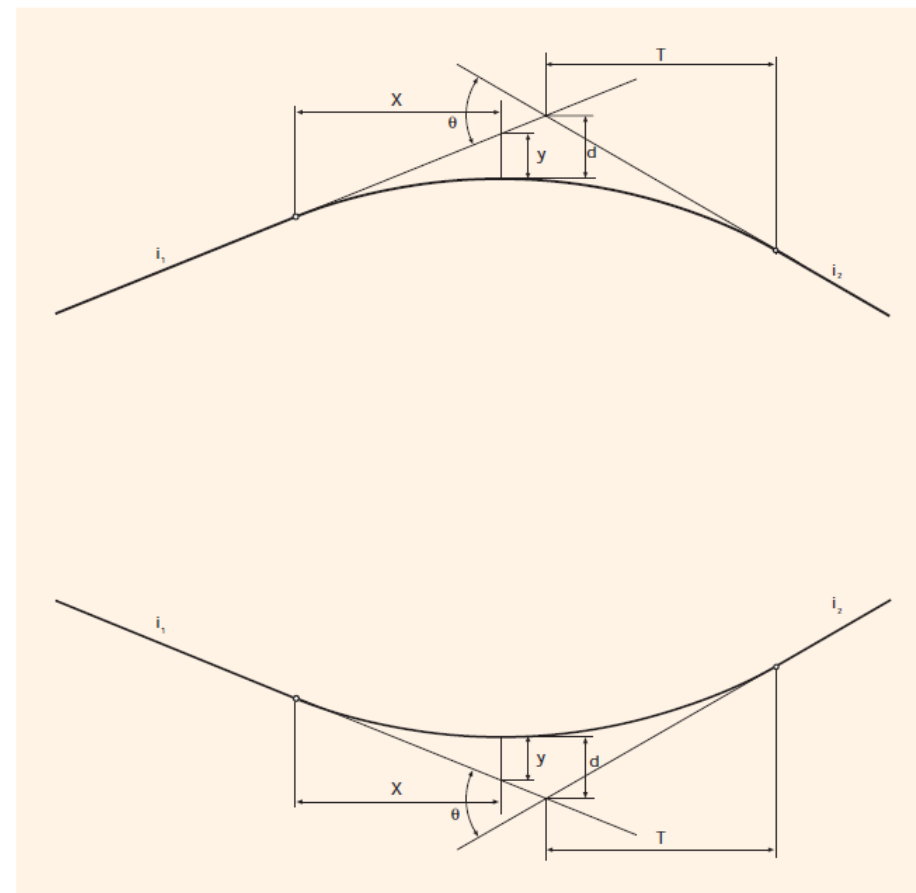


FIGURA 5.1. ACUERDOS VERTICALES

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

En la tabla siguiente se recogen, para diferentes velocidades de proyecto, los valores del parámetro, con los que se obtiene la visibilidad de parada mínima y deseable, sin consideraciones de coordinación planta-alzado. Cuando por consideraciones de coordinación planta-alzado, se justifique geométricamente que se dispone de la visibilidad de parada exigible, podrán reducirse los valores indicados en la tabla.

TABLA 5.1. PARÁMETROS MÍNIMOS Y DESEABLES DE ACUERDOS VERTICALES PARA VISIBILIDAD DE PARADA

V_p (km/h)	MÍNIMO		DESEABLE	
	K_v CONVEXO (m)	K_v CÓNCAVO (m)	K_v CONVEXO (m)	K_v CÓNCAVO (m)
120	15276	6685	30780	9801
100	7125	4348	15276	6685
80	3050	2636	7125	4348
60	1085	1374	3050	2636
40	303	568	1085	1374

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

4. COORDINACIÓN DE LOS TRAZADOS EN PLANTA Y ALZADO

Los trazados en planta y alzado de una carretera deberán estar coordinados de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que se produzcan pérdidas de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

Para todo tipo de carretera se evitarán las siguientes situaciones:

- Alineación única en planta (recta o curva) que contenga un acuerdo vertical cóncavo o un acuerdo vertical convexo cortos.
- Acuerdo convexo en coincidencia con un punto de inflexión en planta.
- Alineación recta en planta con acuerdos convexo y cóncavo consecutivos.
- Alineación recta seguida de curva en planta en correspondencia con acuerdos convexo y cóncavo.
- Alineación curva, de desarrollo corto, que contenga un acuerdo vertical cóncavo corto.
- Conjunto de alineaciones en planta en que se puedan percibir dos acuerdos verticales cóncavos o dos acuerdos verticales convexos simultáneamente.

Además de las condiciones anteriores, en carreteras de calzadas separadas y vías rápidas se evitará:

- Acuerdo cóncavo en coincidencia con un punto de inflexión en planta.
- Acuerdo corto entre pendientes largas dentro de una misma alineación en planta.
- Rasantes uniformes entre acuerdos consecutivos del mismo signo (cóncavos o convexos) dentro de una misma alineación en planta.
- Curvas en planta cortas dentro de un acuerdo vertical largo.

5. VISIBILIDAD

En cualquier punto de la carretera el usuario tiene una visibilidad que, a efectos de la Norma 3.1-IC, depende de la forma, dimensiones y disposición de los elementos del trazado.

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de forma segura, se precisa una visibilidad mínima que depende de la velocidad de los vehículos y del tipo de maniobra. Dicha normativa considera la visibilidad de parada, la visibilidad de adelantamiento y la visibilidad de cruce.

Anejo Nº8: Estudio del trazado geométrico

5.1. DISTANCIA DE PARADA

Se define como distancia de parada la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se calculará mediante la expresión:

D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_l + i)}

Siendo:

D_p = distancia de parada (m)

t_p = tiempo de percepción y reacción (s), que generalmente se tomará igual a 2 segundos.

V = velocidad (km/h), que según la normativa se tomará igual al valor de la velocidad de proyecto.

i = inclinación del tramo en tanto por uno.

f_l = coeficiente de rozamiento longitudinal rueda pavimento, que se puede tomar de la tabla siguiente:

TABLA 3.1.

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
f _l	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263	0,249

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

5.2 VISIBILIDAD DE PARADA

Se considerará como visibilidad de parada la distancia a lo largo de un carril que existe entre un obstáculo situado sobre la calzada y la posición de un vehículo que circula hacia dicho obstáculo, en ausencia de vehículos intermedios, en el momento en que puede divisarlo sin que luego desaparezca de su vista hasta llegar al mismo.

Las alturas del obstáculo y del punto de vista del conductor sobre la calzada se fijan en 20 centímetros y 1,10 metros respectivamente.

La distancia del punto de vista al obstáculo se medirá a lo largo de una línea paralela al eje de la calzada y trazada a 1,50 metros del borde derecho de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.

La visibilidad de parada se calculará siempre para condiciones óptimas de iluminación, excepto en el dimensionamiento de acuerdos verticales cóncavos, en cuyo caso se considerarán las condiciones de conducción nocturna.

La visibilidad de parada será igual o superior a la distancia de parada mínima, siendo deseable que supere la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto incrementada en 20 km/h. En cualquiera de estos casos se dice que existe visibilidad de parada.

La condición del párrafo anterior no será de aplicación para el caso en que se incurriera en costes económicos, medioambientales, sociales, afecciones al patrimonio arqueológico, artístico, histórico, etc., desproporcionados a los incrementos de seguridad obtenidos, dando en todo caso cumplimiento a los artículos referidos al trazado en planta y en alzado de la Norma 3.1-IC de trazado de carreteras.

En el caso de que las causas por las que no exista visibilidad de parada mínima sean suficientemente justificadas, se establecerán las medidas oportunas.

5.3 VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO Y VISIBILIDAD DE CRUCE

Se considerará como visibilidad de adelantamiento la distancia que existe a lo largo del carril por el que se realiza el mismo entre el vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto.

Se considerará como visibilidad de cruce, la distancia que precisa ver el conductor de un vehículo para poder cruzar otra vía que interseca su trayectoria, medida a lo largo del eje de su carril.

6. SECCIÓN TRANSVERSAL

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones de la intensidad y composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, así como del nivel de servicio deseado y, en su caso, de los estudios económicos pertinentes.

En una sección transversal, los elementos constitutivos que la forman son los carriles, los arcenes y las bermas. Sus dimensiones se ajustarán a los valores que se indican en la tabla siguiente:

TABLA 7.1.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	CARRILES (m)	ARCÉN (m)		BERMAS (m)		NIVEL DE SERVICIO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
			EXTERIOR	INTERIOR	MÍNIMO	MÁXIMO ****	
De calzadas separadas	120	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	C
	100	3,5	2,5	1,0-1,5 *	0,75	1,5	D
	80	3,5	2,5	1,0	0,75	1,5	D
De calzada única	Vías rápidas	100	2,5		0,75	1,5	C
		80	2,5		0,75	1,5	D
	Carreteras convencionales	100	1,5 - 2,5		0,75	1,5	D
		80	1,5 ***		0,75 **	1,5 **	D
		60	1,0 - 1,5 ***		0,75 **	1,5 **	E
		40 IMD ≥ 2000	0,5		-	-	E
		40 IMD < 2000	0,5		-	-	E

Fuente: Trazado. Instrucción de carreteras. Norma 3.1-IC

Anejo Nº8: Estudio del trazado geométrico

Se hace notar que dado el carácter urbano del proyecto y que se trata de un paso inferior, algunos valores se podrán ver reducidos para adaptar la estructura al espacio existente.

El bombeo de la plataforma en recta se proyectará de modo que se evacuen con facilidad las aguas superficiales, y que su recorrido sobre la calzada sea mínimo.

En carreteras de calzadas separadas, éstas y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del 2% hacia un solo lado. En zonas en que la pluviometría lo aconseje, por la frecuencia o intensidad de las precipitaciones, podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al 2,5%. En carreteras de calzada única, ésta y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del 2% hacia cada lado a partir del eje de la calzada. En zonas en que la pluviometría lo aconseje, por la frecuencia o intensidad de las precipitaciones, podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al 2,5%.

La altura libre mínima bajo pasos superiores sobre cualquier punto de la plataforma no será inferior a 5 metros en carreteras urbanas. Asimismo, en túneles la altura libre no será inferior a 5 metros en ningún punto de la plataforma ni en las zonas accesibles a los vehículos.

7. EJES

Dado el carácter simplificado del anteproyecto se realiza fundamentalmente el estudio del eje 1, en el que se incluye el paso inferior previsto, y del eje 2 que se corresponde con la glorieta.

7.1. EJE 1: PASO INFERIOR

Este eje se diseña para una velocidad de proyecto de 40 km/h por lo que se engloba dentro de las carreteras C-40, del grupo 2. Será una carretera de calzadas separadas que transcurre dentro del ámbito urbano.

En lo referente al trazado en planta, se mantiene la configuración actual en recta por lo que debería cumplirse:

$$L_{min,s} = 1,39v_p = 55,6 \text{ m}$$

$$L_{min,o} = 2,78v_p = 112,2 \text{ m}$$

$$L_{máx} = 16,70v_p = 668 \text{ m}$$

El paso inferior tendrá una longitud aproximada de 240 metros y si se tiene en cuenta su prolongación a lo largo de la Ronda de Outeiro habrá que considerar una recta de aproximadamente 380 metros, por lo que se encontraría dentro de los parámetros indicados.

En cuanto al trazado en alzado, los accesos al paso inferior se diseñan con una pendiente máxima del 12%, superando así levemente los valores excepcionales indicados en la norma. Teniendo siempre en cuenta que la actuación se realizaría sobre viario urbano, se ha optado por esta configuración para cumplir con los requisitos de coordinación entre planta y alzado que de otra forma se verían comprometidos en el extremo norte del paso debido a la presencia de una curva. Se evita así un acuerdo convexo en coincidencia con un punto de inflexión en planta.

Asimismo, en este entorno, habrá que procurar que las incomodidades que puedan afectar a los edificios colindantes sean las menores posibles, disminuyendo a tales efectos la longitud del paso inferior. Si se considera además que la excavación se realizará en un terreno rocoso, esta reducción de longitud resulta conveniente desde el punto de vista económico. Esta decisión se ha apoyado en la existencia, en otras zonas de la ciudad, de situaciones similares donde las pendientes son incluso mayores.

Se ejecutarán tres acuerdos verticales. En el extremo sur, un acuerdo convexo de parámetro Kv=389 metros. En segundo lugar, un acuerdo convexo de parámetro Kv=568 metros. Por último, en el extremo norte, un acuerdo convexo de parámetro Kv=358 metros.

Se garantiza, en todo momento, un gálibo mínimo de 5 metros como indica la normativa.

En lo que se refiere a la sección transversal y para adaptarla a las exigencias del entorno y anchuras existentes, se han disminuido algunos valores de los indicados en la normativa para carreteras C-40. La sección tipo adoptada será la siguiente:

Bordillo de 0,30 metros + Arcén exterior de 0,20 metros + Carril de 3,5 metros + Arcén interior de 0,22 metros + Barrera rígida de 0,56 metros + Arcén interior de 0,22 metros + Carril de 3,5 metros + Arcén exterior de 0,2 metros + Bordillo de 0,30 metros = 9 metros

El peralte se diseña de forma que el bombeo se realice hacia el exterior de los carriles, en ambas calzadas, con una pendiente transversal del 2%.

Para este eje no será necesario analizar otros factores como la distancia de parada o la visibilidad de parada, ya incluidos en el parámetro Kv. Tampoco se requiere el estudio de la distancia y la visibilidad de adelantamiento, ni tampoco de la distancia y visibilidad de cruce, ya que se trata de un tramo que presenta circulación diferenciada para cada sentido del tráfico.

7.2 EJE 2: GLORIETA

Este eje se corresponde en planta con la línea de separación de carriles dentro de la glorieta. Debido a sus características singulares, no se engloban dentro del ámbito explícito de la norma 3.1-IC. Se han seguido las indicaciones propuestas por otros manuales mencionados con anterioridad.

En cuanto al trazado en planta, cabe destacar que el eje describirá una circunferencia de radio 20,25 metros.

En lo referente al alzado y para facilitar el drenaje, se suele disponer una pendiente transversal de hasta el 2% hacia el interior en los dos tercios interiores de la anchura de la calzada. El tercio exterior del ancho de la calzada suele contar con una pendiente transversal de hasta el 2% hacia el exterior. Esta distribución se realizará mediante una limatesa suave.

La sección transversal que se ha definido consta de dos carriles de 4 metros de ancho cada uno.

ANEJO Nº9

FIRMES Y PAVIMENTOS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO

3. EXPLANADA

3.1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

3.2. MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

4. SECCIONES DE FIRME

4.1. SELECCIÓN DE LAS SECCIONES DE FIRME

4.2. MATERIALES PARA LAS SECCIONES DE FIRME

4.2.1. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

5. SECCIONES TIPO

Anejo Nº9: Firmes y pavimentos

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se recoge la justificación de la elección del paquete de firmes de carretera a disponer, así como la definición de las capas que lo conforman. Para ello se ha tenido en cuenta fundamentalmente la información contenida en la Norma 6.1-IC “Secciones de firme”, publicada por el Ministerio de Fomento. Se ha consultado también el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes PG-3.

2. CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO

La estructura del firme, deberá adecuarse, entre otros factores, a la acción prevista del tráfico, fundamentalmente del más pesado, durante la vida útil del firme. Por ello, la sección estructural del firme dependerá en primer lugar de la intensidad media diaria de vehículos pesados que se prevea en el carril de proyecto en el año de puesta en servicio. Dicha intensidad se utilizará para establecer la categoría de tráfico pesado.

Para evaluarla se partirá de los aforos, de la proporción de vehículos pesados y de otros datos disponibles. Se tendrá en cuenta especialmente el tráfico inducido y el generado en los meses siguientes a la puesta en servicio, ya que la experiencia pone de manifiesto que puede llegar a modificar la categoría de tráfico pesado inicialmente considerada.

A los efectos de aplicación de la Norma 6.1-IC, se definen ocho categorías de tráfico pesado, según la IMDp que se prevea para el carril de proyecto en el año de puesta en servicio:

TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T00	T0	T1	T2
IMDp (vehículos pesados/día)	≥ 4 000	< 4 000 ≥ 2 000	< 2 000 ≥ 800	< 800 ≥ 200

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	T31	T32	T41	T42
IMDp (vehículos pesados/día)	< 200 ≥ 100	< 100 ≥ 50	< 50 ≥ 25	< 25

Fuente: Norma 6.1-IC Secciones de firme

Dado que no se dispone de datos concretos sobre asignación por carriles, para la determinación de la categoría de tráfico pesado se admitirá, ya que se trata de una intersección en un entorno urbano, lo siguiente:

- En las entradas de la Ronda de Outeiro, por disponer de tres carriles, los vehículos utilizarán un carril propio según su movimiento en la intersección. Es decir, por ejemplo, que aquellos que realicen un giro a la izquierda utilizan el carril izquierdo de entrada a la glorieta.

- En las entradas de la Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía, donde actualmente existen dos carriles, el carril derecho se utiliza para giros a la derecha. Para los otros movimientos se emplea el carril izquierdo. Con la puesta en funcionamiento de la intersección propuesta en este anteproyecto, la entrada por la Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña pasaría a tener tres carriles, por lo que aplicaría lo mencionado en el punto anterior.

Del mismo modo que se recoge en el Anejo de Estudio de Tráfico, se ha partido de los datos de aforos proporcionados por la Concejalía de Movilidad del Ayuntamiento de A Coruña sobre los que se han aplicado ciertos incrementos de tráfico para tener en cuenta la apertura total de la Tercera Ronda y los próximos campos de fútbol de San Pedro de Visma. Se han utilizado también los porcentajes de vehículos que realizan cada movimiento en la intersección, obtenidos de un estudio de campo.

Dichos aforos no ofrecen datos sobre la composición del tráfico por lo que, por tratarse de ámbito urbano, se supone que circulan un 5% de vehículos pesados. Con esto se puede obtener la siguiente matriz:

Matriz origen-destino ajustada de la IMDp en la actualidad (vehp/día)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	10	206	446	56	718
	Este	105	6	106	248	464
	Norte	287	135	4	267	692
	Oeste	78	342	309	0	729
	TOTAL	480	688	865	571	2604

Como se indica en el Anejo de Estudio de Tráfico, se tiene en cuenta como año horizonte de proyecto el año 2035, suponiendo 20 años a partir de la realización del estudio. Para la prognosis del tráfico se asume un incremento constante del 1% los 10 primeros años y un crecimiento del 0.5% para cada uno de los 10 años siguientes:

$$I_{2035} = I_{2015} \cdot 1,01^{10} \cdot 1,005^{10}$$

Matriz origen-destino ajustada de la IMDp en el año 2035 (vehp/día)

		DESTINO				
		Sur	Este	Norte	Oeste	TOTAL
ORIGEN	Sur	12	239	517	65	834
	Este	122	6	123	288	539
	Norte	333	157	5	310	804
	Oeste	91	397	359	0	847
	TOTAL	558	799	1004	663	3023

Anejo Nº9: Firmes y pavimentos

Según esto y considerando lo anteriormente comentado, el carril más demandado será el carril del paso inferior que circula en sentido sur-norte con una IMDp=517 vehículos pesados al día.

Para simplificar los trabajos y no diseñar demasiadas secciones de firme diferentes, se adoptará la misma categoría de tráfico pesado para todos los ejes, que será la más desfavorable al tener en cuenta el carril más demandado en la intersección.

De acuerdo con la Norma 6.1-IC, la categoría de tráfico pesado en la zona de actuación será la T2.

3. EXPLANADA

3.1. FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

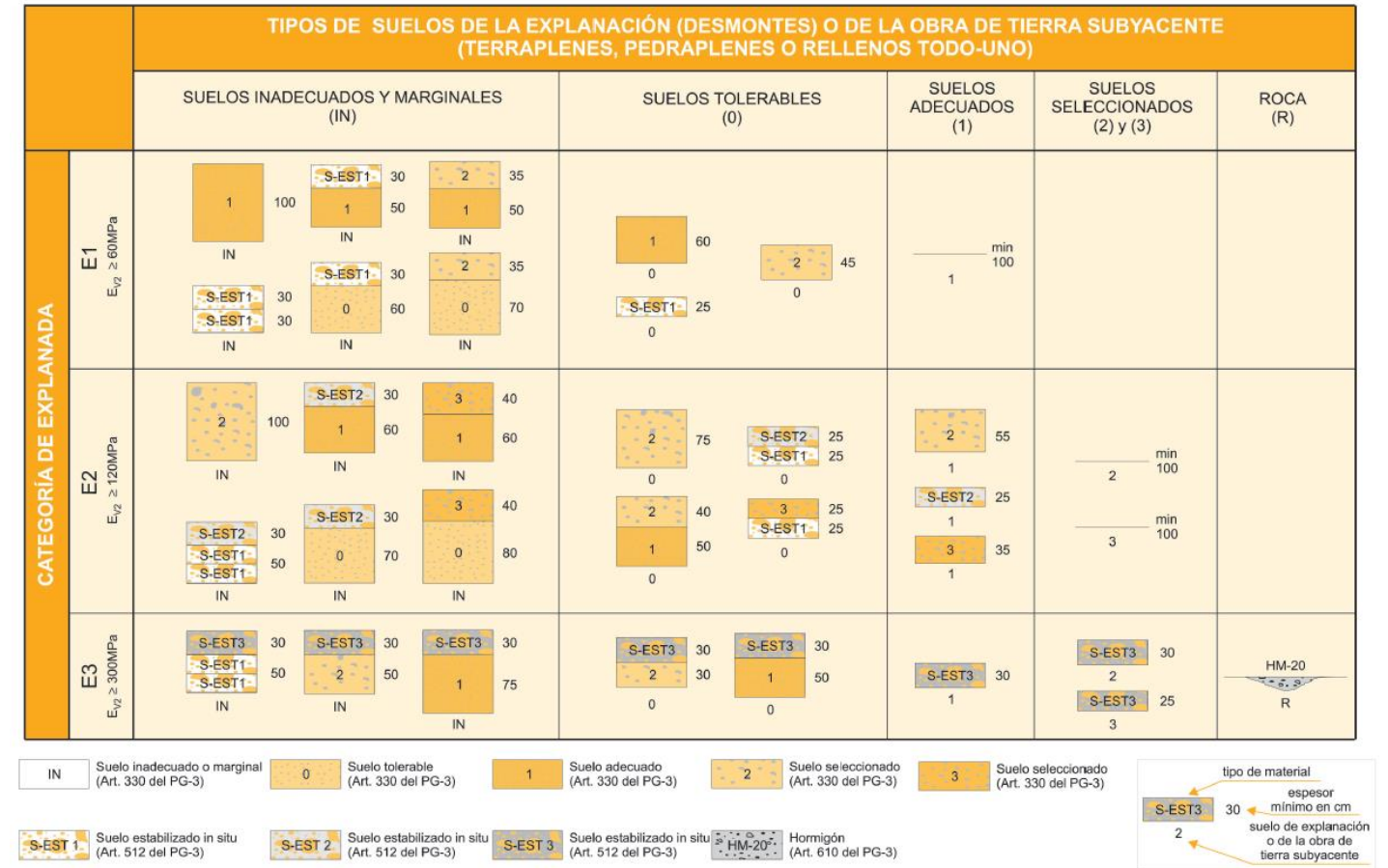
A los efectos de definir la estructura del firme en cada caso, se establecen tres categorías de explanada, denominadas respectivamente E1, E2 y E3. Estas categorías se determinan según el módulo de compresibilidad en el segundo ciclo de carga (E_{v2}), obtenido de acuerdo con la NLT-357 “Ensayo de carga con placa”.

TABLA 2. MÓDULO DE COMPRESIBILIDAD EN EL SEGUNDO CICLO DE CARGA

CATEGORÍA DE EXPLANADA	E1	E2	E3
E_{v2} (MPa)	≥ 60	≥ 120	≥ 300

Fuente: Norma 6.1-IC Secciones de firme

La formación de las explanadas de las distintas categorías se recoge en la figura 1 de la Norma 6.1-IC, dependiendo del tipo de suelo de la explanación o de la obra de tierra subyacente, y de las características y espesores de los materiales disponibles.



Fuente: Norma 6.1-IC Secciones de firme

En el caso concreto de este proyecto simplemente será necesaria la formación de la explanada en el tronco excavado del paso inferior.

Por tanto, se descarta la creación de explanada en los ejes que discurren sobre una plataforma existente, en los que simplemente se procederá a un fresado hasta la profundidad necesaria para la extensión del paquete de firme a la cota deseada. Se supone que en estas zonas, como se recoge en el Anejo de Estudio Geotécnico, existe una explanada E2 debido a la presencia de materiales que se pueden clasificar como suelo seleccionado. Asimismo, se descarta su formación en el eje que se asfaltaría sobre el tablero.

Como también se indica en dicho anejo, el fondo de excavación del paso inferior puede considerarse como excavación en roca, por lo que no existen problemas para establecer una explanada E3 sin más requerimientos que la aplicación de una capa de hormigón en masa de regularización.

En profundidades donde no se encuentre roca, es decir, en los extremos del paso inferior, se dispone de suelo seleccionado. Se tiene así una explanada E2 sin necesidad de disponer otras capas de material.

Anejo Nº9: Firmes y pavimentos

3.2. MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LA EXPLANADA

Los materiales indicados para la formación de la explanada son los siguientes:

TABLA 4. MATERIALES PARA LA FORMACIÓN DE LAS EXPLANADAS

SÍMBOLO	DEFINICIÓN DEL MATERIAL	ARTÍCULO DEL PG-3	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
IN	Suelo inadecuado o Marginal	330	– Su empleo sólo será posible si se estabiliza con cal o con cemento para conseguir S-EST1 o S-EST2.
0	Suelo tolerable	330	– CBR ≥ 3 (*). – Contenido en materia orgánica $< 1\%$. – Contenido en sulfatos solubles (SO_3) $< 1\%$. – Hinchamiento libre $< 1\%$.
1	Suelo adecuado	330	– CBR ≥ 5 (*) (**).
2	Suelo seleccionado	330	– CBR ≥ 10 (*) (**).
3	Suelo seleccionado	330	– CBR ≥ 20 (*)
S-EST1 S-EST2 S-EST3	Suelo estabilizado <i>in situ</i> con cemento o con cal	512	– Espesor mínimo: 25 cm. – Espesor máximo: 30 cm.

(*) El CBR se determinará de acuerdo con las condiciones especificadas de puesta en obra, y su valor se empleará exclusivamente para la aceptación o rechazo de los materiales utilizables en las diferentes capas, de acuerdo con la figura 1.

(**) En la capa superior de las empleadas para la formación de la explanada, el suelo adecuado definido como tipo 1 deberá tener, en las condiciones de puesta en obra, un CBR ≥ 6 y el suelo seleccionado definido como tipo 2 un CBR ≥ 12 . Asimismo, se exigirán esos valores mínimos de CBR cuando, respectivamente, se forme una explanada de categoría E1 sobre suelos tipo 1, o una explanada de categoría E2 sobre suelos tipo 2.

Fuente: Norma 6.1-IC Secciones de firme

4. SECCIONES DE FIRME

4.1. SELECCIÓN DE LAS SECCIONES DE FIRME

En la Norma 6.1-IC se ha optado, para el dimensionamiento de las secciones de firme, por el procedimiento más generalizado entre las Administraciones de Carreteras. Se basa, fundamentalmente, en las relaciones, en cada tipo de sección estructural, entre las intensidades de tráfico pesado y los niveles de deterioro admisibles al final de la vida útil.

A continuación se recogen las secciones de firme propuestas en dicha norma según la categoría de tráfico pesado y la categoría de explanada. Entre las posibles soluciones se seleccionará en cada caso concreto la más adecuada técnica y económicamente. Todos los espesores de capa señalados se considerarán mínimos en cualquier punto de la sección transversal del carril de proyecto.

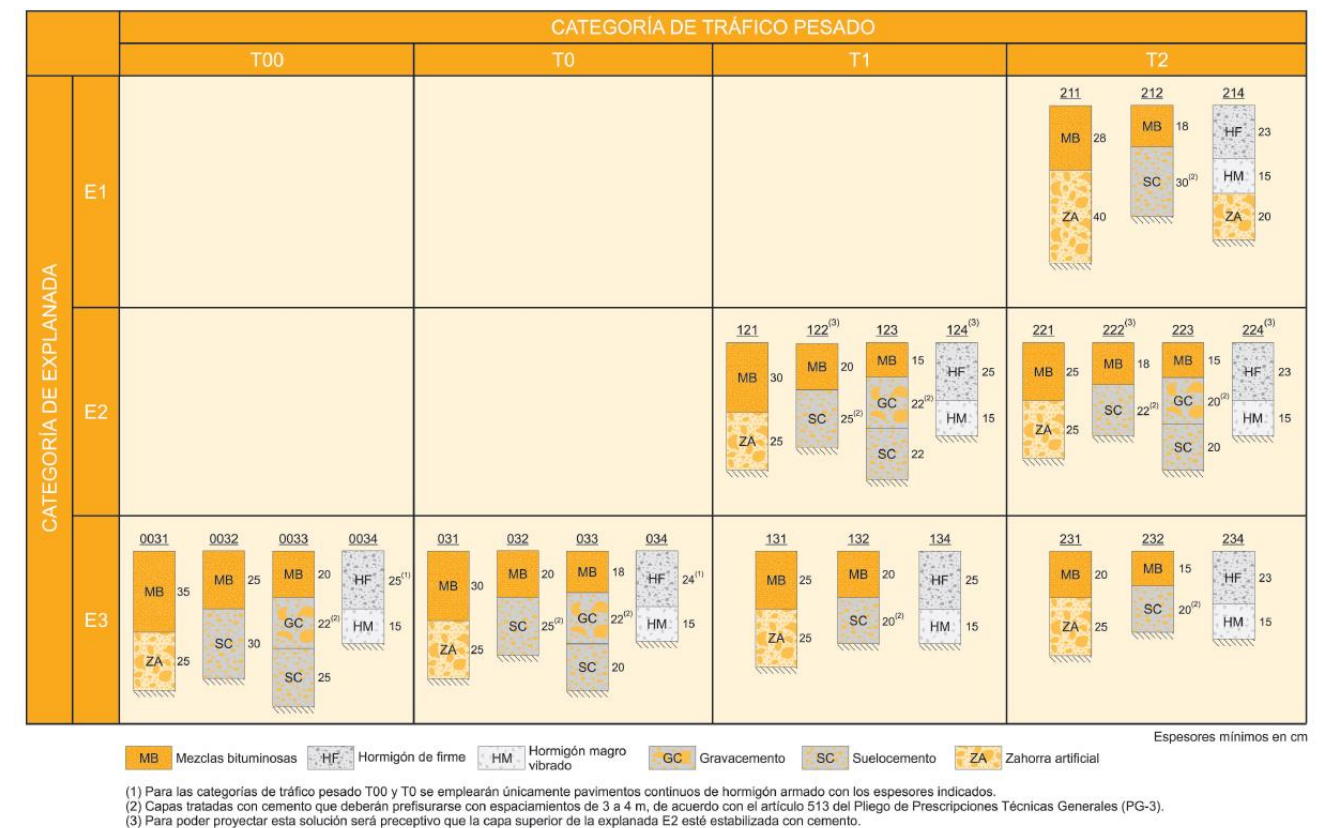
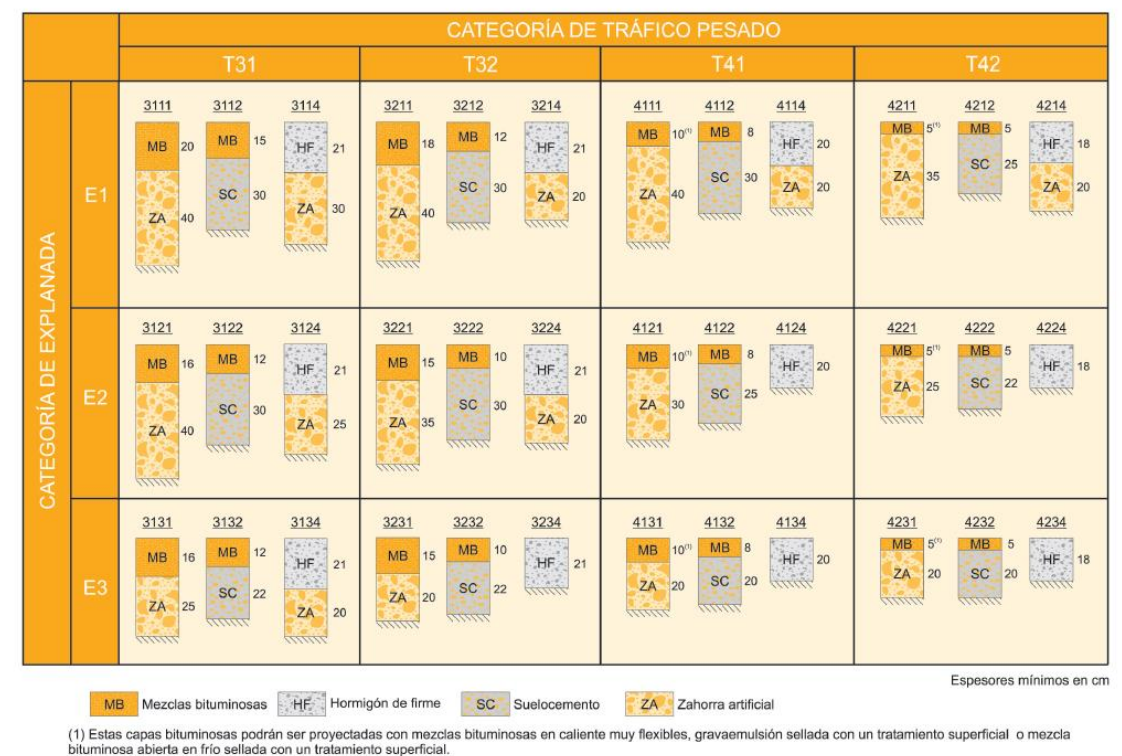


FIGURA 2.1. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2, EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA



(1) Estas capas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en caliente muy flexibles, gravaemulsión sellada con un tratamiento superficial o mezcla bituminosa abierta en frío sellada con un tratamiento superficial.

Nota 1: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espaciamentos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/carril/día) podrá disponerse un riego con gravilla bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

FIGURA 2.2. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

Fuente: Norma 6.1-IC Secciones de firme

Anejo Nº9: Firmes y pavimentos

Por tratarse principalmente de una explanada E2 y considerando categoría de tráfico pesado T2, se podrían utilizar las secciones de firme 221, 222, 223 y 224. Para mantener la continuidad de materiales de rodadura con las vías circundantes, se ha descartado el uso de un pavimento de hormigón. Asimismo, aunque los suelocementos ofrecen ventajas como la colocación in situ, se ha optado por utilizar la sección de zahorra y mezcla bituminosa, que ofrecen una fácil puesta en obra y un menor coste económico. Por tanto, la sección empleada será la 221 que consta de 25 centímetros de mezcla bituminosa sobre 25 centímetros de zahorra.

Para las secciones situadas sobre la losa de cimentación y sobre el tablero, hay que tener en cuenta el artículo 3.1.2 de la IAP-11, que indica que el espesor máximo del pavimento bituminoso proyectado y construido sobre losas de hormigón no será en ningún caso superior a 10 centímetros incluida la eventual capa de regularización.

4.2. MATERIALES PARA LAS SECCIONES DE FIRME

A continuación se relacionan los posibles materiales a utilizar en las secciones de firme:

TABLA 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE FIRME

MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA	PRESCRIPCIONES COMPLEMENTARIAS
Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G)	1	$\epsilon_r = 6,925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas discontinuas en caliente (M y F)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas drenantes (PA)	1	—	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.2.
Mezclas bituminosas abiertas en frío (AF)	1 (*)	—	— Sólo se podrán emplear para T4 (T41 y T42). En capa de rodadura se recomienda sellar con un tratamiento superficial.
Mezclas bituminosas de alto módulo (MAM)	1,25	$\epsilon_r = 6,617 \cdot 10^{-3} \cdot N^{-0,27243}$	— Ver apartados 6.2.1.1 y 6.2.1.3.
Pavimento de hormigón	—	—	— Ver apartado 6.2.3.
Materiales tratados con cemento	—	Gravacemento $\frac{\sigma_r}{R_r} = 1 - 0,065 \cdot \log N$	— Espesor mínimo: 20 cm. — Espesor máximo: • 25 cm para gravacemento. • 30 cm para suelocemento.
		Suelocemento $\frac{\sigma_r}{R_r} = 1 - 0,080 \cdot \log N$	— Ver apartado 6.2.2.
Gravaemulsión	0,75	Ley específica	— Espesor de capa: • Para T00 a T1: No admisible. • Para T2 a T4: 6 a 12 cm.
Gravaescoria	Material equivalente a la gravacemento, a la que podrá sustituir en algún tipo de soluciones.	—	— Espesor mínimo: 15 cm. — Espesor máximo: 30 cm.
Zahorra artificial	0,25	$\epsilon_z = 2,16 \cdot 10^{-2} \cdot N^{-0,28}$	— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes y en secciones 3221 y 4211). — Espesor máximo: 30 cm.
Macadam	Material equivalente a la zahorra artificial, que se aplicará en algún tipo de soluciones.	—	— Espesor mínimo: 20 cm (15 cm en arcenes). — Espesor máximo: 30 cm.

N: número de ejes equivalentes de 128 kN (13 t).
 ϵ_r : deformación unitaria (ϵ_r = radial de tracción, y
 ϵ_z = vertical de compresión).

σ_r : tensión de tracción en MPa.
 R_r : resistencia a flexotracción del material en MPa.
 (*) Coeficiente aplicable exclusivamente en la categoría de tráfico pesado T42.

Fuente: Norma 6.1-IC Secciones de firme

4.2.1. MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Para la elección del tipo de ligante bituminoso se tendrá en cuenta la zona térmica estival definida en la figura siguiente, que para el lugar de las actuaciones resulta ser zona media.

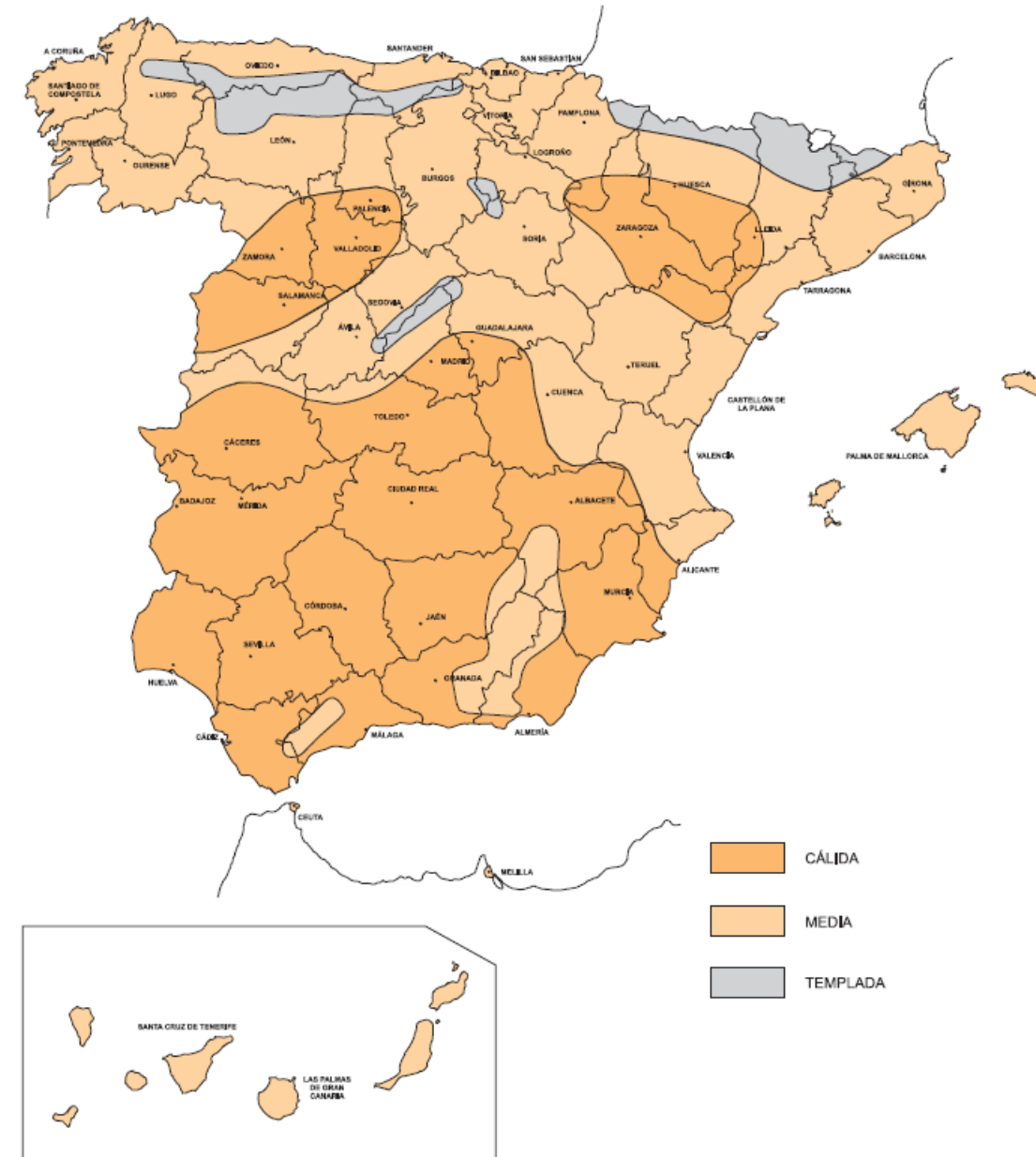


FIGURA 3. ZONAS TÉRMICAS ESTIVALES

Fuente: Norma 6.1-IC Secciones de firme

Los espesores de cada capa vendrán determinados por los valores dados en la tabla siguiente. Salvo justificación en contrario las secciones de firme se proyectarán con el menor número de capas posible compatible con los valores de dicha tabla, al objeto de proporcionar una mayor continuidad estructural del firme.

Anejo Nº9: Firmes y pavimentos

TABLA 6. ESPESOR DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
		T00 a T1	T2 y T31	T32 y T4 (T41 y T42)
Rodadura	PA	4		
	M	3	2-3	
	F			
	D y S		6-5	5
Intermedia	D y S	5-10(**)		
Base	S y G	7-15		
	MAM	7-13		

(*) Ver definiciones en tabla 5 o artículos 542 y 543 del PG-3.
(**) Salvo en arcenes, para los que se seguirá lo indicado en el apartado 7.

Fuente: Norma 6.1-IC Secciones de firme

En las secciones en las que haya más de una capa de mezcla bituminosa el espesor de la capa inferior será mayor o igual al espesor de las superiores.

5. SECCIONES TIPO

De acuerdo con el artículo 542 del PG-3, se decide emplear, para una zona con temperatura estival media y categoría de tráfico pesado T2, un ligante bituminoso 50/70.

Según esto y lo anteriormente expuesto, se definen la siguiente sección tipo a disponer:

- Capa de rodadura: 3 cm de AC 16 surf 50/70 D
- Riego de adherencia
- Capa intermedia: 7 cm de AC 22 bin 50/70 S
- Riego de adherencia
- Capa base: 15 cm de AC 22 base 50/70 G
- Riego de imprimación
- Base granular: 25 cm de zahorra ZA-20

En las secciones sobre la losa de cimentación y sobre el tablero se dispondrá la siguiente sección tipo:

- Capa de rodadura: 3 cm de AC 16 surf 50/70 D
- Riego de adherencia
- Capa intermedia: 7 cm de AC 22 bin 50/70 S

ANEJO Nº10

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. PROBLEMÁTICA

3. DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA DE LA INTERSECCIÓN

Anejo Nº10: Reportaje fotográfico**1. INTRODUCCIÓN**

Con este Anejo se pretende dar una visión gráfica de los problemas actuales de la intersección y mostrar las causas que dan origen al presente anteproyecto.

Como ya se ha especificado en el Anejo 1, referente a los Antecedentes, la intersección se encuentra en el cruce entre Ronda de Outeiro, Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña y Manuel Murguía, en el municipio de A Coruña.

Vista satélite de la intersección**Vista aérea**

Anejo Nº10: Reportaje fotográfico

2. PROBLEMÁTICA

Las tres vías que confluyen en la intersección analizada son algunas de las principales arterias de la ciudad, por lo que soportan una gran parte del tráfico de la misma.

Asimismo, hay que tener en cuenta la posibilidad de conexión con los dos principales polígonos industriales de la ciudad de A Coruña, como son el Polígono de A Grela y el Polígono de Pocomaco, por lo que, además del tráfico propio de la ciudad, habrá que considerar las horas punta de entrada y salida de los miles de trabajadores de estos dos enclaves. Además, la intersección permite comunicar barrios muy poblados con el Aeropuerto de A Coruña y el Centro Comercial Marineda City.

Debido a lo anterior, esta intersección cuenta habitualmente con grandes retenciones de tráfico, agravadas desde la apertura total de la Tercera Ronda. El reportaje fotográfico que aquí se incluye fue realizado después de producirse este hecho.

A continuación se presentan algunos ejemplos gráficos:

Retenciones en la Ronda de Outeiro



Retenciones en la Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña



Anejo Nº10: Reportaje fotográfico

3. DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA DE LA INTERSECCIÓN

Entradas y ramales de la intersección: Este (Manuel Murguía) y Oeste (Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña).

Entrada este (Manuel Murguía)



Ramal oeste (Ronda del Real Club Deportivo de La Coruña)



Anejo Nº10: Reportaje fotográfico

Entradas y ramales de la intersección: Sur y Norte (Ronda de Outeiro).

Ramal sur (Ronda de Outeiro)



Ramal norte (Ronda de Outeiro)



Anejo Nº10: Reportaje fotográfico

Islote central (escultura vegetal del pavo real).

Islote central

